Lane Medical Library

NARKOSE UND NARKOTIKA

UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES STICKOXYDULS

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG

DER WÜRDE EINES DOCTOR MEDICINAE DENTARIAE

BEI EINER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

BAD. RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT ZU HEIDELBERG

VORGELEGT VON

WALTER ALTHOF

ZAHNARZT

NARKOSE UND NARKOTIKA

UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES STICKOXYDULS

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG

DER WÜRDE EINES DOCTOR MEDICINAE DENTARIAE

BEI EINER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

BAD. RUPRECHT-KARLS-UNIVERSITÄT ZU HEIDELBERG

VORGELEGT VON

WALTER ALTHOF

ZAHNARZT

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Heidelberg.

Dekan:
Prof. Dr. Schmincke

Referent:
Prof. Dr. Blessing

1930

Meinen lieben Eltern!

Narkose und Narkotika

unter besonderer Berücksichtigung des Stickoxyduls.

Zur Erhaltung der menschlichen Gesundheit und des Lebens waren schon von jeher kleinere und größere chirurgische Eingriffe notwendig. Und auch schon immer hatte man das Bestreben gehabt, diese notwendigen Handlungen so schmerzlos als möglich für den Leidenden zu machen. Der älteste Versuch wird wohl der gewesen sein, daß man im Schlafe (d. h. im gewöhnlichen physiologischen) an den Patienten heranging und da den Eingriff ausführte. (Natürlich konnte hier nur ein kurzer Eingriff geschehen, wie Aufstechen eines Geschwürs etc. etc.). — Dann ging man dazu über, künstlichen Schlaf hervorzurufen, und hierfür finden wir wohl zu allererst in Homer-Odyssee eine Begründung, und zwar an der Stelle, wo Helena dem trauernden Telemachos und seinen Gefährten Nepenthes in den Wein schüttet, um „Kummer zu tilgen und Groll und jeglicher Leiden Gedächtnis". Nach neueren Untersuchungen soll dieses Nepenthes Opium gewesen sein; denn Opium scheint in seiner Heimat, dem Morgenlande, wo es als Mohn (Papaver somniferum) wächst, schon längst bekannt gewesen, ebenso wie den Urstämmen Südamerikas die Kokapflanze. Diese beiden Pflanzenstoffe wurden per os genommen und wirkten so als Schlafmittel, d. h. nach unserer medizinischen Sprache als Hypnotica zur Narkose.

Als erstes Inhalations-Anaestheticum dürfen wir wohl das der Ägypter ansehen, die den Rauch des verbrennenden Cannabis indica einatmeten. Auch die Griechen verwandten diesen Rauch in den Tempeln des Äsklepios, wo viele Heilung suchten. Von Plinius dem Älteren (23—79 n. Chr.) haben wir zum erstenmal von der einschläfernden Wirkung der Atropa mandrogara (Alraunwurzel) gehört, die gekocht und in Wein geschüttet so ihre Wirkung tat. Diese Atropa mandrogara finden wir bis zum 16. Jahrhundert alleinstehend, wo sie dann durch die sogenannten Schlafschwämme abgelöst doch nicht verdrängt wurde. Das waren gewöhnliche Schwämme, die z. T. mit sehr vielen Extrakten getränkt wurden, z. B. Bilsenkraut, Opium, Alraunblätter,

Saft nicht reifer Maulbeeren, Eppensaft, Kellerhalskörner, Schierling, Tollkirsche, Lattichsamen. Der Schwamm wurde dem Patienten während der ganzen Operation vor die Nase gehalten, und nach Beendigung derselben hat man dem Patienten kleine Mengen gepreßter Baumwolle, die mit Fenchelsamen, Essig und Baumöl getränkt waren, in die Nasenlöcher gesteckt, um ihn auf diese Weise wieder zu erwecken. Aber auch von diesen Schwämmen kam man wieder ab, und wir finden bis zum 18. Jahrhundert hinein doch immer wieder mal die Verwendung der Mandragarawurzel, des Opiums und auch wieder mal des Schwammes. So hat Dr. Douriel in Toulouse 1847, wie die damaligen Zeitschriften angeben, sich in 5 Fällen noch des Schlafschwammes bedient. — Auch die Hypnose hatte man zu Hilfe gezogen, womit man gute Resultate erzielt haben will. Neuzeitliche Untersuchungen haben dies z. T. wieder bestätigt. Im Jahre 1781 machte ein in Paris lebender Arzt mit Namen Sassard sich die Wirkung des Alkohols zu Nutze; doch hatte er damit keinen genügenden Erfolg zu verzeichnen, so daß man weiterhin keinen Gebrauch hiervon mehr machte.

Erst die Fortschritte der Chemie und ihre Nutzanwendung in der Medizin brachte die Chirurgie um einen wesentlichen Schritt in ihrer Entwicklung weiter. Hierzu gehören vor allen das Stickoxydul (auf welches ich im Hauptteile meiner Ausführungen näher eingehe) und der Äther, der im Jahre 1540 von Valerius Cordus (1515—1544) entdeckt wurde, und der jedoch von dessen Wirkung nichts wußte. Erst Jackson kam 1841 auf die Eigenschaften desselben, nutzte aber erst einige Jahre später den Äther in seiner vollen Tragweite aus. Derselbe wurde eigentlich zum ersten Male von dem Arzt Crawford W. Long in Athen im Jahre 1840 in größerem Maße und mit gutem Erfolg angewandt; doch teilte er seine Erfahrungen dem hierfür interessierten Kreise nicht mit, und Morton und Jackson in Boston waren die ersten, die die Ätharnarkose in die Chirurgie eingeführt haben. Kaum hatte man die narkotisierende Wirkung des Äthers erkannt, als auch schon das Chloroform gleichzeitig von Cuthrie in Amerika, Soubeiran in Frankreich und Liebig in Deutschland 1831 entdeckt wurde. Simpson, ein Arzt in Edinburgh, gebührt das Verdienst, das Chloroform in die Chirurgie praktisch eingeführt zu haben. Das Chlo-

roform verdrängte wieder z. T. den Äther. Erst gegen 1890, als zu viele Todesfälle dem Chloroform zuzuschreiben waren, begann der eigentliche Siegeszug des Äthers, während man sich in Amerika wieder des Stickoxyduls erinnerte. In der Reihe der Entdeckungen der Anaesthetica folgte das Chloräthyl im Jahr 1847 von Flourens. Man erkannte jedoch auch seine Gefährlichkeit bei längerer Narkose, und es wurde deshalb nur für kurze Operationen verwendet (als Rausch), wo es sich bis zum heutigen Tage noch bewährt. Weiter folgen dann das Pental (1844 von Mering unter dem chem. Namen Amylen), Bromäthyl (1849 Nunneley) Methylenbichlorid und das Dichloren (H. H. Meyer), sowie weiter noch viele Verbindungen des Äthyls und Methyls mit Halogenen, die sich doch fast alle nicht bewährten. Schließlich stellten noch vor einigen Jahren Willstätter und W. Duisberg das Rectal-Narkotikum Avertin zusammen, über welches aber bis zum heutigen Tage noch kein abschließendes Urteil gebildet werden kann.

Wenn wir auch noch so viele Narkotika kennen, so müssen wir doch feststellen, daß die Herbeiführung eines tiefen Schlafes, welcher die eigene Körperbeherrschung ausschließt, nicht ohne eine gewisse Schädigung im Befinden des Patienten vorbeigeht. Diese Schädigung läuft allerdings nur auf Unannehmlichkeiten hinaus, kann aber gelegentlich bei Versagen des Narkotiseurs und bei zu starker toxischer Wirkung des Narkotikums zum Tode führen. Der gröbste Fehler, welcher bei Narkosen gemacht werden kann, besteht darin, daß die Verhältnisse des speziellen Einzelfalles nicht mit genügender Umsicht erwogen werden. Nur damit man durch die Muskelanspannungen und Reflexbewegungen seitens des Patienten nicht gestört werden soll, zur Narkose greifen, kann auch bei Anwendung des besten Narkotikums gelegentlich ad exitum führen. Man muß eben immer die Gefahr der Narkose (auch wenn die Mortalitätsziffer 1 : 100 000 wäre) mit der Größe und Notwendigkeit der Operation zu vergleichen wissen. Im allgemeinen kann man ja sagen, daß die Narkose vom mittleren Alter d. h. dem 15. bis 45. Lebenjahre gut vertragen wird, da ja der Mensch um diese Zeit Krankheiten überhaupt am leichtesten bewältigt. Bei Kindern, die größere Blutverluste im großen und ganzen überhaupt schlecht ertragen, ist die erforderliche Menge des Narkotikums ganz unberechenbar,

und auch die Reflexe sind so sehr gesteigert, daß der ganze Verlauf der Narkose von Würgen und Schluchzen begleitet ist. Ausschalten kann man diese Reflexe nur durch eine größere Dosis des Narkotikums, doch liegt dies dann wieder zu nahe in der Gefahrzone. Daß Kinder zu Beginn evtl. den Inhalt der Blase und des Darms entleeren, ist weniger gefährlich als unangenehm. — Das höhere Alter hat seinerseits auch seine Nachteile, und nicht umsonst gilt der Satz: „Senectus ipsa morbus." Erweiterung der Venen, evtl. Verkalkung der Arterien und die allgemeine Trokkenheit des Körpers machen den Ausgleich eines Blutverlustes schwer. Hier spielt eben vor allen Dingen die Angst und der Schreck der Narkose eine große Rolle und erhöht so die Gefahr derselben. — Auch Fettsucht und Alkoholismus ist zu berücksichtigen. Das starke fettumgebene und fettdurchwachsene Herz eines dickleibigen Menschen ist schon unter gewöhnlichen Umständen kaum der ihm zukommenden Arbeit fähig. Bläuliche Blässe der Haut und der sichtbaren Schleimhäute, schneller schwacher Puls und auch zeitweises Aussetzen desselben sind die Folgen der betäubenden Wirkung des Narkotikums. Hier sollte man lieber (soweit eben möglich) unter Lokalanaesthesie operieren. — Alkoholiker, deren Organismus schon an große Mengen gewöhnt ist. benötigen eine starke Dosis, um die erwünschte Narkosentiefe zu erhalten. Hierbei sind die Reizzustände der Rachenschleimhaut und des Magens zu beachten, da der abgesonderte Speichel leicht Anlaß zu Erstickungsanfällen gibt, die nur durch fortwährendes Reinigen der Mundhöhle zu beseitigen sind. Auch die blaurote Verfärbung des Gesichtes und die starke Exzitation der Alkoholiker tragen wenig zu einem ruhigen Verlauf der Narkose hinzu.

Nach all diesen äußerlich zu erkennenden Tatsachen ist nun erst eine eingehende klinische Untersuchung des Patienten vorzunehmen. Als erstes hauptsächliches gehört das Auskultieren des Herzens. Schwere Herzklappenfehler, Myokarditis und das wie bereits erwähnte Fettherz müssen festgestellt werden, sowie der Frequenz und der Stärke des Pulses Beachtung geschenkt werden. — Bei einer bestehenden Bronchitis soll man wegen der Gefahr der postoperativen Pneumonie wenn irgend möglich die Operation auf einen späteren Termin verschieben. — Der Harn wird auf Zucker und Eiweis untersucht. Bei Diabetikern bildet

ein plötzlich eintretendes Koma eine Gefahr, deren Größe allen Narkotiseuren bekannt ist. Auch wegen der schlechten Heilungstendenz wird eine nicht unbedingt lebensnotwendige Operation womöglich abgelehnt werden müssen. Allerdings ist durch geeignete Diät und Gaben von Insulin die Mortalitätsziffer bei Diabetikern gefallen. Sollte Eiweis im Harn vorhanden sein, so muß man bei der Wahl des Narkotikums vorsichtig sein und überhaupt der Funktion der Nieren die größte Beachtung schenken. Auch die Untersuchung der Mundhöhle ist von allergrößter Wichtigkeit. Prothesen sind unter allen Umständen herauszunehmen, und kann die Folge eines solchen Versäumnisses oft den letalen Ausgang bedingen. Ebenso ist darauf zu sehen, daß der Patient keinen Priem oder Bonbon im Munde behält. Stark kariöse Zähne sollten eigentlich gefüllt werden, da sie ein Sammelpunkt pathogener Keime sind und bei Aspiration gangränöse Pneumonie verursachen können. Es kommt auch gelegentlich vor, daß nicht mehr festsitzende Zähne im Exzitationsstadium leicht herausgebissen und evtl. aspiriert werden. — Schließlich ist noch die Entleerung der Blase und des Magen-Darm-tractus zu erwähnen. Da es bekannt ist, daß in der Narkose jegliche Muskeltätigkeit ausgeschaltet ist, muß unbedingt vor Beginn die Blase entleert werden, da sonst durch Erschlaffung des sphincter eine unwillkürliche Entleerung auftritt. — Wegen des Würgens mitunter auch Erbrechens während der Narkose und des postnarkotischen Erbrechens soll man dem zu operierenden Patienten ca. 12 Stunden vor dem Eingriff die Nahrung entziehen. Bei frisch eingelieferten und sofort zu operierenden Patienten ist ein Ausheben des Magens von großem Vorteil.

Nachdem die gründliche Untersuchung geschehen ist, hat sich der Narkotiseur zu überzeugen, daß alle Instrumente, die zur Narkose und auch für evtl. Zwischenfälle benötigt werden, bereit sind. Hierbei müsen vor allen Dingen der Mundöffner, die Zungenzange und Zungenhalter und genügend lange Tupferträger zur Verfügung stehen. Auch sterile Injektionsspritzen für Kampher, Adrenalin etc., Sauerstoff- und Kohlensäurebomben können mitunter für evtl. Zwischenfälle bereit gehalten werden.

Nachdem nun Patient, Operateur, Hilfspersonal, sowie das Operationfeld sich in einem aseptischen, bezw. antiseptischen Zu-

stand befinden, kann mit der Narkose begonnen werden. Das Narkotikum wird auf eine Maske, die Nase und Mund bedeckt, getropft, wo es verdunstet. Der Patient atmet die Dämpfe ein, die zunächst mal bis zu den Lungen kommen. Von da aus gelangen sie durch die Vena pulmonalis in den linken Vorhof und durch die Aorta in das übrige gesamte Arteriennetz. Damit beginnen die resorptiven Wirkungen, die entsprechend der Lähmung von Gehirn, Rückenmark und medulla oblongata in drei Stadien zerfallen. Die Verwendbarkeit eines Narkotikums beruht also darin, daß vom ganzen zentralen Nervensystem die medulla zuletzt gelähmt wird, daß sie gerade noch bei Ausschaltung aller anderen Zentren noch für die lebenswichtige Funktion tätig ist. Nach Meyer-Overton kommt es erst dann zu dieser elektiven Wirkung auf das zentrale Nervensystem, wenn das Narkotikum in einer bestimmten Conzentration in den Zellipoiden gelöst ist. Dazu gehört eine Affinität zu den fettähnlichen Substanzen der Zellen einer sogenannten Lipoidophilie. Das Narkotikum muß aber auch noch in Wasser löslich sein, weil es ja sonst nicht im Protoplasma aufgenommen werden könnte. Die Lipoide der Zellen sind nicht nur das Lösungsmittel, sondern auch der Angriffspunkt des Narkotikums. Die Zellen verlieren durch diese Aufnahme ihre normale Beschaffenheit und sind so nicht mehr imstande, die von ihnen zu leistende Arbeit zu bewältigen. Meyer nimmt an, daß dieser Zustand durch die Osmose der gelösten Teilchen verursacht wird, während Traube festgestellt hat, daß der Grad der Erniedrigung der Oberflächenspannung in vielen Fällen mit der narkotischen Wirkung parallel läuft. Weiter bezeichnet Traube den Haftdruck als das Agens, welches die Osmose veranlaßt. Dieser soll die Anziehung darstellen, die der gelöste Stoff zum Lösungsmittel mithin zum Wasser besitzt. Andere Untersuchungen von Winterstein haben gezeigt, daß jede Änderung der normalen Permeabilität der Zellgrenzflächen eine Störung des normalen Erregungsablaufes, eine Änderung der Erregbarkeit mit sich bringen muß. Ebenso ist bekannt, daß die Narkotika die normale Permeabilität der Plasmahaut zu ändern vermögen, ob durch Vergrößerung oder Verminderung ist noch strittig. Hiernach könnte man sich die Zellmembran als Sieb vorstellen, dessen Poren durch das Narkotikum entweder verstopft werden

oder auch hätte das Narkotikum die Kraft, die Grundsubstanz des Siebes aufzulösen. Doch sind diese physikalischen Vorgänge der Zellen bis zum heutigen Tage noch nicht völlig klar gelegt. — Eine Folge dieser kolloidchemischen Veränderungen ist auch eine verminderte Aufnahme, bez. Verwertung von Sauerstoff. Dies ist aber nur eine Begleiterscheinung der Narkose, nicht ihr Wesen. Wichtig und unbedingt notwendig ist es, daß all diese Veränderungen im Zellchemismus umkehrbar sind, indem bei einem Minderangebot von Narkotikum durch das Blut die Lipoide sich wieder auf ein niedereres Niveau einstellen, daß also eine restitutio ad integrum möglich ist. Diese Tatsache erst hat die Anwendung der Narkose gerechtfertigt.

Was nun den allgemeinen Verlauf der Narkose betrifft, so unterscheiden wir hauptsächlich drei Stadien:

1. Initial- und analgetisches Stadium.
2. Exzitations- und Toleranz-Stadium.
3. Erwachen, d. h. Wieder-Auftreten der Reflexe.

Während man nun dem Patienten das Narkotikum zuführt, läßt man ihn entweder gleichmäßig zählen, um auf diese Weise seine Atmung zu regeln, oder man fordert ihn auf, so zu atmen, als ob er einschlafen wollte. Viele Chirurgen geben diese letztere Methode als die vorteilhaftere an. Allmählich wird die Aussprache undeutlicher oder der Patient gibt auf Fragen wirre Antworten und macht überhaupt den Eindruck eines geistesabwesenden Menschen. Hier befindet er sich nun im analgetischen Stadium. Das Charakteristische dieses Stadiums liegt darin, daß bei erhaltenen Reflexen, bei Erhaltung der aktiven Muskelbewegung, sogar bei Berührung die Schmerzempfindlichkeit gelähmt ist. Diesen eigenartigen Zustand hat man sich zunutze gemacht, kleine kurzandauernde Operationen schmerzlos vorzunehmen. Der Patient macht wohl hierbei Abwehrbewegungen und schreit mitunter sehr, jedoch teilt er auf Befragen nach beendetem Eingriff mit, absolut nichts gespürt, sondern meistens etwas geträumt zu haben. Ein paar Minuten später hat sich der Patient vollkommen erholt. (Daher ist dieses Stadium so vorzüglich für Sprechstundenpatienten geeignet).

Bei erhöhter Dosierung kommen wir nun zum Exzitationsstadium. Mitunter lacht der Patient oder befindet sich in unklaren

Vorstellungen von Gefahren, in die er geraten ist, und gibt seine Unruhe in heftigen Bewegungen kund, die durch leichtes Festhalten unterdrückt, durch festes Anpacken allerdings erhöht werden. (Deshalb sollen Patienten immer auf dem Operationstisch festgeschnallt werden). Dieses Stadium ist ganz der Individualität des Kranken angemessen. Während Frauen und Kinder über die Exzitation glatt hinwegkommen, ist es bei Männern wohl selten ganz zu vermissen, wobei jedoch die Tobsuchtsanfälle der Alkoholiker geradezu berüchtigt sind. Man erklärt sich dies Benehmen daraus, daß nicht alle Hirngebiete gleichzeitig gelähmt werden, da zuerst die sensorischen und intellektuellen Funktionen angegriffen werden, während die motorischen, vom Bewußtsein nicht mehr beeinflußt, noch voll tätig sind. Meistens ist es auch noch mit Anhalten des Atems und Pressen verbunden und auch oft tritt Erbrechen auf, besonders wenn der Patient kurz vorher etwas gegessen hat. Das Gesicht ist meist gerötet, die Haut warm und feucht und die Pupillen fangen an, sich zusammenzuziehen, während sie kurz vorher sich noch weiteten.

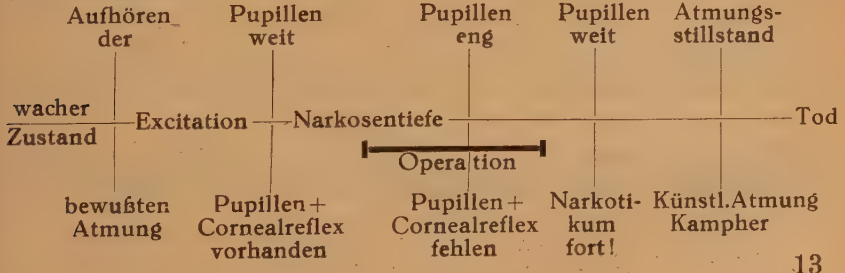
Allmählich hört diese unbeherrschte Exzitation auf, und tiefer Schlaf tritt ein, wobei spontane Bewegungen nicht mehr vorkommen, allerdings schmerzhafte Eingriffe Reflexbewegungen auslösen. Aber auch diese schwinden nach einiger Zeit, so daß bei Berührung des Auges kein Lidschluß mehr eintritt. Doch sollte diese Berührung der Cornea mit dem Finger überhaupt nicht, wenn ja nur selten ausgeübt werden, da immer eine Reizung der Hornhaut eintritt. Des ferneren ist die Pupille eng und reagiert auf Lichteinfall gering.

Nun befindet sich der Patient im sogenannten Toleranzstadium, wozu ungefähr 10 Minuten Inhalation notwendig waren. Die krampfhaft gespannten Muskeln werden schlaff, und der emporgehobene Arm fällt zurück. Die Atmung ist regelmäßig, doch der Puls stark verlangsamt. In diesem Stadium ist es möglich, die größte Operation auszuführen. Hierbei ist, wie bereits erwähnt, Gehirn und Rückenmark außer Funktion gesetzt, die medulla oblongata doch in voller Tätigkeit. Bei längerer Narkose wird dieselbe zugleich mit dem Herz doch in Mitleidenschaft gezogen, was ja durch Respiration und Zirkulation zum Ausdruck kommt. —

Bis zur Beendigung der Operation bleibt der Patient in dieser tiefen Narkose, und erst jetzt hört man mit dem Zuführen des Narkotikums auf.

Das Erwachen tritt bald rascher, bald langsamer nach Entfernung der Maske ein und äußert sich auch ganz verschieden, je nach der Wechselbeziehung zwischen der Menge des zugeführten Narkotikums und der individuellen Empfindlichkeit gegen dieses. Im allgemeinen kann man sagen, daß je flüchtiger das betreffende Narkotikum ist, je leichter es wieder aus dem Körper ausgeschieden wird, desto rascher seine Wirkungen wieder vorüber gehen. Die durch das Narkotikum gelähmten Funktionen kehren der Reihe nach wieder, und auch die Reflexe und Muskelkontraktionen treten als Reaktion auf irgendeinen Reiz wieder voll auf. Das Bewußtsein ist meist noch längere Zeit getrübt, und beim späteren Erwachen stellt sich häufig Erbrechen ein. Bei Hysterikern und Potatoren kommt es dann noch gelegentlich zu großen psychischen Aufregungen mit Lach- oder Weinkrämpfen oder es kommt überhaupt geradezu im Gegensatz zu der Aufregung vor der Operation zu einem wohltuenden Gefühl innerer Ruhe. Die meisten Patienten jedoch haben Bedürfnis nach Schlaf, sind sehr reizbar und klagen über Übelsein, was wohl in der Regel weniger auf das Narkotikum, als auf die Beschwerden vonseiten der gesetzten Wunde zurückzuführen ist.

Ich habe schon erwähnt, daß bei lang andauernder Narkose das verlängerte Rückenmark und das Herz geschädigt werden können. Eben in diesem Stadium der tiefen Narkose hat der Narkotiseur seine größte Aufmerksamkeit dem Patienten zu widmen, um ein Unheil evtl. den Tod zu vermeiden. Hierbei ist das Verhalten der Pupillen ein gutes Reagens für das Leben des Patienten. Nachstehend gebe ich ein kurzes Schema für diese Pupillenprüfung:



Wir sehen also, daß es die Natur so eingerichtet hat, daß kurz vor dem Atemstillstand die Pupillen sich maximal weiten, so daß der sorgfältig beobachtende Narkotiseur sofort Gelegenheit hat, herzanregende Mittel heranzuziehen. Diese Störung der Atmung, die man unter dem Namen Asphyxie zusammenfaßt, gehören zu den häufigsten üblen Zufällen der Narkose. Unter Asphyxie versteht man die lebensdrohende Sauerstoffverarmung, bezw. CO_2, Überladung des Blutes, welche bei der Narkose zweierlei Ursachen haben kann. Bei *peripherer* Asphyxie ist der Zutritt des Sauerstoffes zur Lunge irgendwie behindert, während die *zentrale* Asphyxie durch primäre toxische Lähmung des Atemzentrums und der damit verbundenen mangelnden Arterialisierung des Blutes zustande kommt.

Bei der peripheren Asphyxie, die durch irgendein mechanisches Hindernis verschuldet wird, ist die Gefahr meist damit aufgehoben, wenn dieses Hindernis ausgeschaltet ist. Als Ursachen für diesen Zwischenfall kommen verschiedene in Betracht, so: Ansaugen der Lippen und Nasenflügel, Zurücksinken der Zunge, Verlegung des Kehlkopfdeckels mit Schleim, und schließlich Aspiration von Fremdkörpern. Es gibt nun eine Menge Handgriffe, die von verschiedenen Autoren angegeben sind (Heiberg, Kappeler, Contermann, v. Bergmann u. a.), und man bedient sich auch der hierfür bereitgelegten Instrumente, um diesen Zwischenfall zu beheben. Doch oberstes Gesetz bei jeder Asphyxie ist, sofort mit dem Zuführen des Narkotikums aufzuhören und evtl. künstliche Atmung vorzunehmen. Sollte nun trotzdem der Patient durch diese Erstickung ad exitum kommen, so kann wohl eine Schuld des Narkotiseures nicht in Abrede gestellt werden.

Zentrale Störungen der Atmung haben ihren Grund darin, daß durch eine für den Organismus des betreffenden Patienten zu große Menge von Narkotikum eine Vergiftung der Ganglienzellen des Atemzentrums bis zur vollständigen Lähmung eingetreten ist. Diese zentrale Asphyxie erkennt man ebenfalls am Blau- oder Blaßwerden des Gesichts und der schlechter werdenden Atmung, wobei aber im Gegensatz zu der peripheren die Luft ungehindert in die Luftwege einstreichen kann. Am besten wird diese zentrale Asphyxie durch künstliche Atmung und Zuführung reinen Sauer-

stoffs bekämpft. So hat sich für diese künstliche Atmung die Methode nach Sylvester bewährt, wobei die Inspirations- und Exspirationsbewegungen durch Führung der Arme langsam ausgeführt werden. Auch chemische Präparate wie Lobelin, Kampher und Adrenalin, welche subcutan, intravenös, sogar intracardial injiziert werden, werden gerne mit gutem Erfolg angewandt. — Sollte jedoch der Zustand der zentralen Asphyxie länger als eine viertel bis halbe Stunde andauern, so ist der Tod des Patienten bereits eingetreten, wofür man den Narkotiseur wiederum zur Verantwortung ziehen kann.

Ungleich gefürchteter als die Störungen der Atmung sind die der Herztätigkeit, weil sie sich ganz unerwartet und plötzlich, öfter ohne ersichtlichen Grund einzustellen pflegen, und weil sie sehr schwer zu bekämpfen sind. Dieser Stillstand der Herztätigkeit, Synkope genannt, welcher häufig bei Veränderung des Myocards durch fettige Degeneration, bei chronischem Alkoholismus und schweren Infektionskrankheiten und auch bei anämischen, chlorotischen, lymphatischen Personen auftritt, äußert sich klinisch darin, daß der Puls ohne jeden Vorboten plötzlich aussetzt, die evtl. Blutung aus der Wunde steht und der Patient ein leichenhaftes Aussehen bekommt. Eine der hervorstechendsten und am schwierigsten zu erklärenden Eigentümlichkeiten der Synkope ist es, daß sie gleich zu Beginn der Narkose das Leben des Patienten gefährden kann. So sagt Misch: „Bisweilen tritt der exitus in der Narkose nach drei bis vier Atemzügen (primärer Narkosetod) ein, bevor von einer Exzitation, bezw. von einem Narkosebeginn gesprochen werden kann. Pathologisch anatomisch ist nichts nachweisbar." — Neben dieser Synkope in dem Anfangsstadium gibt es noch einen Herzstillstand in der tiefen Narkose. Er ist wohl ebenso wie der zentral bedingte Atemstillstand in der Regel durch eine zu starke Giftwirkung auf die nervösen Zentralorgane, vielleicht auch z. T. auf die Herzmuskulatur selbst hervorgerufen. Die Bekämpfung dieses schwersten Zwischenfalles besteht darin, den vom Herz nicht mehr betätigten Kreisumlauf künstlich zu besorgen, aber auch gleichzeitig eine genügende Arterialisierung des Blutes herbeizuführen. Als Bekämpfung der Synkope sei nur die Herzmassage (evtl. direkt), künstliche Atmung, Kochsalzinfusion und intracardiale Lobelininjektion angegeben, die wohl immer an-

gewandt werden soll, aber nicht allzu häufig zum gewünschten Erfolge führen.

Als weiterer Zwischenfall, der weniger gefährlicher als unangenehm ist, wäre das Erbrechen zu nennen. Dasselbe kann in allen Stadien der Narkose auftreten und kann des öfteren auch bei einem lege artis vorbereiteten Patienten nicht vermieden werden, da der mit Narkotikum gesättigte Speichel im Magen einen Reiz ausübt, der dann mit Erbrechen reagiert. Hier muß dann eben nur für den Ausfluß des Erbrochenen gesorgt werden, natürlich unter sorgfältiger Wahrung der Asepsis des Operationsfeldes. Um diesem zu entgehen, ist es nur notwendig, sich mit der Narkose einzuschleichen. Sollte evtl. krampfhafter Husten, der das ruhige Arbeiten des Operateurs stark beeinträchtigt, eintreten, so nimmt man für kurze Zeit die Maske weg, wodurch der Reiz ausgeschaltet wird. Kurz darauf kann mit der weiteren Zufuhr des Narkotikums fortgefahren werden.

Ist der Patient nun über all die geschilderten Zwischenfälle glücklich hinweggekommen, so hat man immer noch mit evtl. später auftretenden Komplikationen zu rechnen, die den Patient stark belästigen, mitunter sogar dessen Leben ernstlich gefährden. So stellt sich meist (bei Gebrauch von Gasnarkotica weniger), nachdem der Patient zu Bett gebracht ist, Erbrechen ein, das für denselben eine unangenehme Belästigung und unter Umständen, abgesehen davon, daß es Schmerzen verursacht, auch schädlich sein kann, z. B. durch Sprengung von Bauchdeckennähten und andere mehr. Es erfordert keine besonderen Maßnahmen, als sorgfältige Überwachung des Patienten, um zu verhüten, daß diese Massen geschluckt oder aspiriert werden und so eine Asphyxie wieder auslösen können oder auch die Grundlage für eine spätere Pneumonie schaffen. Eben dieses öftere Auftreten einer Pneumonie ist eine traurige Tatsache, die geeignet ist, das operative Resultat zunichte zu machen und evtl. den Patienten ad exitum zu führen. Daß es sich hierbei nicht um toxische Lungenschädigungen, sondern um infektiöse handelt, haben eingehende Untersuchungen ergeben, da nämlich bei Operationen unter Lokalanaesthesie die Prozentzahl der Pneumonien die gleiche ist, als unter allgemeiner Narkose. Diese Untersuchungen stammen von Nauwerk, der nachgewiesen hat, daß die Bakterien auf dem Wege der Autoinfektion in die tieferen Luftwege ge-

langt sind. Als Quelle dieser Infektion sieht er die Mundhöhle an, wobei die Anaesthesie und Lähmung der Gaumensegel, Zungenbasis und Kehldeckel begünstigend wirken. So kann also die Pneumonie entweder durch Aspiration der infektiösen Flüssigkeit in das Lungenparenchym entstehen, oder es kommt zunächst nur zu einer leichteren oder schwereren Entzündung der Luftwege, welche erst nach einer gewissen Zeit indirekt zur Pneumonie führt. Auch die Entstehung eines akut entzündlichen Lungenödems hält Nauwerk nicht für ausgeschlossen. Durch diesen und andere Beweise (v. Mikulicz) wäre also nicht die Narkose, sondern eher der operative Eingriff verantwortlich, da ja meistens durch den Verband und der Wundschmerz, der bei Spannung der Haut auftritt, eine gute Durchlüftung der Lungen und das Auswerfen des Sputums sehr erschwert sind. Als Prophylaxe, durch die die Häufigkeit gemildert wurde, sind systematische Atemübungen in Abständen von 15—30 Minuten angegeben. Sollte trotzdem Bronchitis oder Pneumonie auftreten, so hat eben hier die spezifische Behandlung einzusetzen.

Als weitere höchst unangenehme Nachwirkungen kämen die Lähmungen in Betracht, die glücklicherweise nur höchst selten als periphere und zentrale auftreten. Bei der peripheren ist die Lähmung des Plexus brachialis vom Typus der Erb'schen Krankheit (d. h. Lähmung des Bizeps, Deltoideus, brachialis, supinator, zuweilen der infraspinatus, selten des subscapularis) am häufigsten. Sie wird hauptsächlich durch unrichtige Lagerung der Arme auf dem Operationstisch, durch Druck oder Überstrecken hervorgerufen. Hierbei pflegen die motorischen Störungen ausgedehnter als die sensiblen zu sein. Aber auch Lähmung von nur einzelnen Nerven soll gelegentlich beobachtet worden sein. Da die Heilung dieser Lähmung immer eine längere Behandlungszeit beansprucht, muß jeweils vor Beginn der Narkose für richtige Lagerung der Arme möglichst seitlich am Patienten gesorgt werden.

Zentrale Lähmungen kommen noch viel seltener vor und entstehen dadurch, daß durch die blutdrucksteigernde Komponente des Narkotikums bei einem hierzu veranlagten Menschen eine Gefässruptur hervorgerufen wird. Besonders bei Arteriosklerotikern wird dann die Narkose gelegentlich die unmittelbare Ursache für eine Ruptur der Gehirnarterie mit folgender Apoplexie

abgeben können. Auch kann eine gesteigerte Herztätigkeit zur Lösung von Thromben führen, die ihrerseits wieder eine Embolie mit begleitender Lähmung zur Folge haben kann.

Neben all diesen besprochenen z. T. mechanisch bedingten Zwischenfällen machen sich noch die toxischen Einwirkungen der Narkotica geltend, die ebenfalls schwere Folgen zeitigen. Hierbei handelt es sich um degenerative Vorgänge im Organismus, die von den einzelnen Narkotica verschieden verursacht werden.

Nachdem ich nun den allgemeinen Verlauf der Narkose mit ihren Folgeerscheinungen beschrieben habe, will ich jetzt zu den einzelnen Narkotika und ihren spezifischen Eigenschaften übergehen.

Als ältestes synthetisch hergestelltes Inhalations-Anaesthetikum ist der im Jahre 1540 von Valerius Cordus entdeckte Äther anzusehen, welcher erstmalig in den Jahren 1840 von W. Long und später 1845 von Jackson und Morton in Boston zu Operationen angewandt wurde. Es handelt sich hierbei um Schwefeläther, nach seiner Herstellung so genannt $(C_2 H_5)_2 O$, welcher eine farblose wasserklare, leicht bewegliche und entzündliche Flüssigkeit von spezifischem Geruch ist. Er ist sehr flüchtig und siedet bei 35 Grad C. Zur Narkose darf nur reiner Äther verwandt werden, der in dunklen Flaschen aufbewahrt werden muß, da sich nämlich unter dem Einfluß von Licht Wasserstoffsuperoxyd, Acetaldehyd, Äthylperoxyd und Essigsäure entstehen können, welche für den menschlichen Organismus schädlich sind. Dabei darf nicht vergessen werden, daß die Ätherdämpfe spezifisch schwerer sind als Luft und daher abwärts fließen. Offenes Licht, was wohl heute in den Operationssälen kaum mehr zu finden ist, und Thermokauter sollten auch nie wegen der allzu großen Explosionsgefahr in Anwesenheit von Äther verwandt werden. — Was die Äthernarkose betrifft, so werden auch hier zuerst die Zellen des Gehirns, dann des Rückenmarks und dann der medulla oblongata in der Erregbarkeit herabgesetzt, sobald Ätherdämpfe von den Lungen aus in das Blut gelangen, von den roten Blutkörperchen locker gebunden und von diesen zu allen Körperzellen transportiert sind. Eine direkte Lähmung der Muskelkontraktion bewirkt Äther erst bei viel höherer Konzentration. Der Verlauf der Narkose ist bezüglich der einzelnen Stadien, der Reflexe, besonders

Pupillenprüfung und den Nachwirkungen wie der mit jedem anderen Narkotikum. Die Wirkungen des Äthers auf die lebenswichtigen Organe, die Funktion des Organismus und den Stoffwechsel sind mannigfaltig. So bleibt der Puls voll und kräftig, der Blutdruck zugleich bedeutend erhöht, die Gesichtsfarbe normal und die Blutungen aus der Wunde stärker, dagegen die Speichelabsonderung vermehrt, welche oft röchelnde Atmung mit Cyanose oder Verlegung der Luftwege bedingt. Die Gefahr einer Erstickung liegt jedoch weit weniger vor, als die von Nachkrankheiten der Lunge infolge von Aspiration des Speichels oder Reizung der Luftwege. Gerade dies ist ein Nachteil des Äthers, da hauptsächlich bei ihm des öfteren 2—3 Tage nach der Operation Bronchitis, Bronchopneumonie und Lungenödem auftreten, die, falls die Lungen schon mal an Tuberkulose oder Emphysem erkrankt waren, leicht tödlich sein können. — Man fand auch Veränderungen an den parenchymatösen Organen, so als Folge davon Albuminuerie und Zylindruerie. Es tritt also gelegentlich eine Schädigung der Nieren auf, die aber nur vorübergehend und geringfügiger Natur sein kann, doch wird eine bestehende Nephritis bedeutend verschlimmert. Eine weitere Folge langer Äthernarkosen ist die Bildung von Thromben, in den großen Venen des Beckens und der Beine mit der Gefahr der Embolie. Diese Thrombenbildung wird dadurch begünstigt, daß während der Operation zwar das Herz durch den Äther gereizt wird, daß aber gerade infolge dieser Reizung später Herzschwäche mitunter Kollaps eintritt. —

In gewissen sehr seltenen Fällen hat sich herausgestellt, daß der Äther, ohne enorm große Mengen zu geben, für schwer zu narkotisierende Patienten nicht ausreicht. Hier muß man eben ein stark wirkendes Schlafmittel vorher injizieren oder aber auch zu einem stärkeren Narkotikum greifen. Doch gerade darin liegt eben der wesentliche Vorzug des Äthers gegenüber den anderen Inhalations-Anaesthetica, daß eine Überdosierung und somit der Narkosetod kaum möglich ist. Der Äther hat somit die Eigenschaft, den Patienten lange Zeit ohne Gefährdung im tiefen Toleranzstadium zu lassen. Dies hat ihm trotz der eben geschilderten Nachteile, die sich durch Prophylaxe z. T. ausschalten, den Vorrang dem Chloroform gegenüber nicht nehmen lassen, und so wird er bis heute noch größtenteils in der Chirurgie verwandt.

Der Hauptkonkurrent des Äthers war bis in die Jahrhundertwende hinein das Cloroform gewesen, das erstmalig 1847 von dem Edinburgher Frauenarzt Simpson zur Narkose benutzt wurde. Das Chloroform CHCl 3 ist eine wasserklare leicht bewegliche Flüssigkeit von eigentümlich aromatischem Geruch und süßlich brennendem Geschmack. Es ist flüchtig und siedet bei 61 Grad. Es zersetzt sich leicht unter dem Einfluß des Tageslichts und der Luft in Salzsäure, Chlor und namentlich Phosgen und muß deshalb in dunklen festverschlossenen Flaschen aufbewahrt werden. Die Wirkung des Chloroforms besteht ebenfalls darin, daß die eingeatmeten Dämpfe aus den Lungenalveolen sich dem Blute beimengen und mit diesem im Körper verbreitet auch ins Zentralnervensystem gelangen. Die narkotische Wirkung ist die gleiche wie bei Äther, doch die Wirkung auf den Organismus eine wesentlich andere. Als feststehend darf wohl die Tatsache angesehen werden, daß das Chloroform ein schweres Blutgift ist, welches bei höherer Konzentration und längerer Einwirkung die roten Blutkörperchen zerstört und die Oxidationsvorgänge im Körper schädigt. Auch der Beeinflussung des Blutkreislaufs hat sich die Aufmerksamkeit der Narkotiseure zugewandt, und sie haben sowohl den Blutdruck als auch das Verhalten des Herzmuskels selbst beobachtet. Da das Vasomotorenzentrum gelähmt ist, wodurch der Blutdruck herabgesetzt wird, wird das Herz zu ungewöhnlicher Anstrengung und schließlich zur Ermüdung gebracht, was bei stärkerer Dosierung auch zu einem plötzlichen Versagen der Herztätigkeit führen kann. Der Abstand der Konzentration, die zur Narkose ausreicht, von jener, die die Herztätigkeit lähmt, ist für das Chloroform viel kleiner als für den Äther. Dagegen hat es dem Äther gegenüber den Vorteil, daß es die Speichelabsonderung verringert, so daß die Gefahr einer postoperativen Lungenkomplikation weniger groß ist. Diese Tatsache rückt doch meistens in den Hintergrund gegenüber seinen typischen Schädigungen der Niere, Leber und Herz. So stehen die Nieren unter den parenchymatösen Organen an erster Stelle, da regelmäßig nach Chloroformnarkose Säureanstieg, Eiweiß. Zylinder und Zucker im Urin gefunden werden, die doch nach kurzer Zeit wieder vergehen, gelegentlich aber eine alte Nephritis wieder aufflackern lassen. Die Ursache dieser Albuminurie ist zweifellos in einer toxischen Schädigung des Nierenparenchyms

zu suchen, doch darf wohl auch die Veränderung im Blutkreislauf eine unterstützende Rolle spielen. Ist einmal eine Cloroformnarkose gemacht, und es ist eine zweite notwendig, so sollte man so lange warten, bis der Urin frei ist, da sonst durch die evtl. folgende fettige Entartung der Nieren der Patient nicht mehr lebensfähig ist. — Neben den Nieren unterliegt die Leber einer vermehrten Fettinfiltration, z. T. auch in Degeneration und Nekrose der Leberzellen. Während geringe Schädigungen ohne weiteres ausheilen, kommt es doch auch zu chronischen Chloroformnachwirkungen mit folgendem exitus. Bei evtl. Sektion ergibt das Bild das einer akuten gelben Leberatrophie. Im übrigen erklärt sich auch der Zuckergehalt darin, daß durch die Cloroformnarkose die Umsetzung des Blutzuckers, die bekanntlich in der Leber stattfindet, eine starke Beeinträchtigung erfährt. — Doch all das wäre nicht das schlimmste, da diese Schädigungen mehr oder weniger rasch (bei vorher gesunden Menschen natürlich) zur Ausheilung kommen, wenn nicht die Synkope als Abschreck vor Chloroformnarkosen jedem Narkotiseur vor Augen stände. Es hat sich bisher noch keine Unterlage hierfür schaffen lassen, da keinerlei Disposition des Alters oder Geschlechts, keine Bevorzugung besonderer Krankheiten, kein nennenswerter Einfluß des Allgemeinzustandes, der Größe und Art der Operation hierfür von Bedeutung ist. Diese Synkope tritt teils reflektorisch im ersten Stadium auf, teils im Verlauf der Narkose durch Reizung des Vaguszentrums und durch toxische Schädigung der Herzganglien und Herzmuskelfasern. Eine Rettung aus der Synkope heraus ist höchst selten, was sich durch die hohe Mortalitätsziffer auch zum Ausdruck bringt und deshalb auch dem Chloroform die Existenzberechtigung genommen hat, mit Ausnahme in der Geburtshilfe, wo man mitunter rasch zur Bewußtlosigkeit kommen muß.

Ein anderes Narkotikum das Pental C_5H_{10} (unter dem Namen Amylen auch bekannt) wurde erstmalig von v. Mering rein dargestellt. Es ist ebenfalls eine klare leichtbewegliche und leicht entzündliche bei 38 Grad siedende Flüssigkeit. Gerade dieses Narkotikum hat das Schicksal erfahren, verhältnismäßig rasch aus dem Arzneischatz zu verschwinden. Obwohl die Herztätigkeit und Atmung im allgemeinen nicht ungünstig beeinflußt wurden, trat die Anaesthesie doch sehr spät, dafür aber viel länger ein. Dabei

haben sich mit Pental komplizierte Zwischenfälle ergeben, und auch Tierversuche haben bestätigt, daß es absolut kein indifferentes Narkotikum ist, zumal nach einer Statistik von Gurlt (1897) die Mortalitätsziffer 1 : 213 ist, was sein Verschwinden unbedingt rechtfertigt.

Das Chloräthyl (1847 von Flourens entdeckt), $C_2 H_5 Cl$, gehört ebenfalls in die Reihe der gefährlichen Narkotika. Es ist eine klare farblose Flüssigkeit, welche einen eigenartigen Geruch hat, und deren Siedepunkt bei 12 Grad liegt, also überaus flüchtig. Ein Gramm Äthylchlorid verdampft bei 15 Grad C. und bei einem Barometerstand von 760 mm Hg zu 365 cbm Äthylchloridgas. Das Präparat wird in zugeschmolzenen Glastuben verschiedener Größe und mit verschiedenartigen für den speziellen Zweck der Narkose sehr zweckmäßig eingerichteten Verschlüssen von den betreffenden Fabriken geliefert. Zur Zeit wird dem Chloräthyl noch Chlormethyl beigefügt, so daß der Siedepunkt dieser Mischung dann auf + 2° liegt; hier genügt dann die Temperatur des Zimmers und auch die Körperwärme der Hand, die die Flasche hält, um einen solchen Druck des Gases herbeizuführen daß der Strahl aus einer Entfernung von 30—40 cm appliziert werden kann.

Erstmals wurde das Chloräthyl als Oberflächenanaesthetikum verwandt, um einen nur kurzen Eingriff schmerzlos vornehmen zu können. Die von dem Strahl getroffene Hautpartie wird zuerst gerötet, und es entsteht ein prickelndes Gefühl an dieser Stelle. Die Epidermis wird undurchsichtig und bedeckt sich mit einer weißen Gefrierschicht, und jetzt ist nun der gegebene Moment für den chirurgischen Eingriff.

Lange Zeit wurde so das Chloräthyl nur als Lokalanaesthetikum angewandt, bis man gelegentlich einer Zahnextraktion, bei der man sich auch desselben bediente, seine narkotische Eigenschaft, und zwar als Inhalations-Anaesthetikum, erkannte. Hierüber berichtete der Zahnarzt Dr. Thiessing in Hildesheim, der im Jahre 1895 eine unbeabsichtigte, kurzdauernde allgemeine Anaesthesie nach der Applikation des Chloräthylstrahls auf das Zahnfleisch feststellen konnte. Tierversuche bestätigten diese Tatsache, und auch weitere Narkosen am Mensch verliefen zufriedenstellend, so daß allgemein die Beurteilung des Chloräthyls als Inhalationsanaesthetikum eine günstige war.

Die Betäubung tritt bei dichtanliegender Maske (am einfachsten nimmt man für zahnärztliche Zwecke eine sechsfache Lage Mull) sehr rasch ein, meist schon nach einer Minute. Wegen der hohen Dampfspannung muß für ausreichende Luftbeimengung gesorgt werden, da sonst sehr leicht Erstickungsanfälle auftreten. Das Chloräthyl wird vom Patienten leicht eingeatmet, da es keinerlei Reizung der Schleimhäute erzeugt. Die zur Erzielung einer tiefen Narkose benötigte Menge Chloräthyl beläuft sich oft nur auf 2,0 selten auf 5,0 g höchstens. Mehr soll in der Regel nicht aufgeträufelt werden. Ist die tiefe Narkose einmal eingetreten, so läßt sie sich ohne jeden weiteren Zusatz von Narkotikum noch für mehrere Minuten unterhalten, da der niedergeschlagene Wasserdampf der Luft mit dem Chloräthyl Eiskristalle bildet und erst die Wärmewirkung der Luft bewirkt dann eine allmähliche Verdampfung. —

Auch bei dieser Narkoseart unterscheidet man 4 Stadien:

1. Das pränarkotische analgetische Stadium
2. Das Exzitationsstadium
3. Das Stadium des tiefen Schlafes
4. Das postnarkotische analgetische Stadium

Doch ist die Dauer der Einzelstadien sehr gering, so daß, wie schon erwähnt, der tiefe Schlaf nach kaum einer Minute eintritt.

Einige Todesfälle, die in der Literatur verzeichnet werden, ließen zu der Erkenntnis kommen, daß man im Chloräthyl wohl ein gutes, jedoch höchst gefährliches Narkotikum hat, und daß man über eine Narkosendauer von nur höchstens 5 Minuten keineswegs hinausgehen darf. — Vor allen sei hier Kulenkampff erwähnt, der 1911 aus der Literatur 35 Todesfälle mitteilte und durch Hinweis auf die Notwendigkeit einer strengen Dosierung die Gefahr der Vergiftung stark herabsetzte. Der Tod erfolgte hier, wie auch bei Chloroform, durch Asphyxie oder durch Synkope, wobei Erkrankungen der Herzmuskulatur den Chloräthyltod begünstigen.

Doch als ganz ungefährlich erscheint nach den heute vorliegenden Erfahrungen nur der Chloräthylrausch unter strenger Vermeidung einer tiefen Narkose. Und hier gebührt wohl Herrenknecht der Verdienst, durch seine verfeinerte Technik die Gefahrenbreite des Chloräthyls auf ein Minimum reduziert, als auch das Verfahren bei den Zahnärzten allgemein eingeführt zu ha-

ben. — Beim Rausch kommt es bekanntlich nicht zum tiefen Toleranzstadium, sondern das analgetische Stadium wird rasch ausgenützt, worauf man mit der Zufuhr des Narkotikums aufhört, und nun im postnarkotischen Stadium noch Gelegenheit hat, Eingriffe vorzunehmen. Der Patient fühlt hierbei, daß etwas mit ihm geschieht, er schreit vielleicht auch auf und macht Abwehrbewegungen, da die Reflexe noch nicht ausgeschaltet sind. Doch teilt er auf Befragen mit, absolut keine Schmerzen gespürt zu haben, wohl aber habe er gemerkt, daß irgendetwas gemacht werde. Das Gehör verschwindet als letztes und stellt sich auch wieder als erstes ein, weshalb die Patienten schon lange den Zuruf des Operateurs befolgen, ohne überhaupt richtig bei sich zu sein. — Der Eintritt des Toleranzstadiums stellt man am zweckmäßigsten durch Kneifen in den Arm oder auch durch Emporheben desselben fest. Auf die Untersuchung der Pupille kann man sich nicht richtig verlassen, da sie bei der Chloräthylnarkose nicht ihr charakteristisches Verhalten zeigt, und auch die Pupillenprüfung immer den Eintritt der Narkose verzögert.

Ein Chloräthylrausch kann an ein und demselben Tage mehrmals wiederholt werden, ohne daß es zu ernstlichen Schädigungen kommen könnte. Gelegentlich sind Fälle vorgekommen, wo Brechreiz, leichter Kollaps, kleiner Puls eintraten, doch ließen sich diese Erscheinungen mit Aspirin, Pyramidon oder einem anderen Beruhigungsmittel beheben.

Eine Kontraindikation für den Chloräthylrausch besteht im allgemeinen nicht; so hat Herrenknecht zahlreiche Patienten mit schweren Lungen- und Herzschädigungen ohne jegliche Nachwirkung damit narkotisiert. Nach seinen Angaben bezw. Feststellungen sollen sich sogar Fälle von akuter Bronchitis, Patienten mit kürzlich überstandenen Lungenblutungen, mit asthmatischen Anfällen, mit Herzklappenfehlern und Arteriosklerose zu einem Chloräthylrausch eignen. Dagegen bei Potatoren sind die Ansichten geteilt, und auch hier wahren dieselben ihren Ruf, sich besonders schwer narkotisieren zu lassen.

Des ferneren eignet sich das Chloräthyl zur Einleitung von Äther- und Chloroform-Narkosen und für lange Narkosen in Form von Chloräthyl-Sauerstoff-Mischung, welch letztere aber heute nicht mehr verwandt wird. Kurz zusammengefaßt ist das Chlor-

äthyl ein glänzendes Narkotikum für den Rausch und zur Einleitung anderer Narkosen, doch für langandauernde Operationen hat es, wie das Chloroform, eben seine Schattenseiten, da es auf die parenchymatösen Organe einen sehr ungünstigen Einfluß ausübt.

Eine andere Verbindung aus der Äthanreihe ist das Bromäthyl, $C_2 H_5 Br$., ebenfalls eine klare ätherisch-riechende Flüssigkeit mit einem Siedepunkt von 38 Grad. Seine ersten Versuche fallen in das Jahr 1849 zurück und wurden von Nunneley in Leeds ausgeführt. Betreffs seiner narkotischen Eigenschaften ist das Bromäthyl dem Chloräthyl vollkommen gleichgestellt, da es nur für den Rausch und andere kurze Narkosen (höchstens 3—4 Minuten) ohne Gefährlichkeit zu verwenden ist, wobei allerdings noch vorauszusetzen ist, daß der Patient ein gesundes Herz und eine gesunde Lunge haben muß.

Ein seinem chemischen Aufbau dem Chloroform verwandten Anaesthetikum ist das Solästhin ($CH_2 Cl_2$ Dichlormethan). Sein Hauptanwendungsgebiet sind langandauernde oberflächliche Narkosen, besitzt jedoch gegenüber anderen Narkotika keinen wesentlichen Vorteil.

Erst in jüngerer Zeit wurde von H. H. Meyer das Dichloren (Dichlormethylen $C_2 H_2 Cl_2$) angegeben, welches einen Siedepunkt von 52 Grad hat. Da es krampferregend wirkt, kann es nie allein gegeben werden, sondern nur mit Äther gemischt. Man kommt damit gut mit geringen Dosen aus, doch sind Asphyxie und Kollaps häufiger zu beobachten gewesen, wie bei reinem Äther, weshalb es keine weitere Verbreitung gefunden hat.

Allerdings sind im Laufe der Jahre noch viele andere Narkotika entstanden, die alle aufzuführen zu weit gehen würden. Hauptsächlich waren das Verbindungen aus der Methan- und Äthangruppe, die aber alle das nicht hielten, was ihre Entdecker sich von ihnen versprachen und deshalb früher oder später wieder in Vergessenheit gerieten.

Es wäre noch zu erwähnen, daß man versucht hat, zwei verschiedene Narkotika zu mischen, was z. T. auch gelungen ist Hauptsächlich wäre das die Billroth-Mischung. (Chloroform 100.0 Äther pro narcosi 30,0 Alkohol absol. 30,0; wobei Alkohol nur beigegeben ist, um die Mischung stabiler zu machen). Die Erwar-

tungen, welche man jedoch an diese und viele andere Chloroform-Äther-Mischungen geknüpft hat, haben sich nur zum geringen Teil erfüllt. Soweit sich nämlich in erheblicher Menge Chloroform darin befindet, teilen sie die Gefährlichkeit des reinen Chloroforms und sind nur etwa so viel weniger gefährlich, als in ihnen das Chloroform durch andere Mittel verdünnt ist. Dafür tritt die Narkose entsprechend langsamer ein, und es ist sehr fraglich, ob der Äther in diesen Mischungen die erwartete günstige Wirkung entfaltet.

Nun hat sich eingebürgert, vor jeder Operation den Patienten eine genügende Menge eines Hypnotikums subcutan zu injizieren, um sie in einen Dämmerschlaf zu versetzen. Man war hierbei von dem Gedanken ausgegangen, die Wirksamkeit des Narkotikums durch andersartige narkotisch wirkende Mittel zu unterstüzen in der doppelten Absicht, mit geringeren Mengen Narkotikum eine ausreichende Wirkung zu erzielen und die Einatmung dieser Mittel selbst weniger unangenehm zu machen. Man hat hier Präparate gewählt wie: Morphium, Skopolamin, Pantopon, Chloralhydrath etc., die man entweder allein oder auch gemischt ihrer Wirksamkeit entsprechend gab. Mitunter hat man sich auch des Dämmerschlafes allein bedient, um kurze Operationen auszuführen; doch mußte man dann wieder zu starke Dosen injizieren, was wiederum seine Nachteile hatte.

Die eben beschriebenen Narkotika waren alles Substanzen, die durch ihren niederen Siedepunkt rasch verdunsteten und so vom Patienten inhaliert wurden, weshalb man sie auch unter dem Sammelnamen Inhalations-Anaesthetica zusammenfaßt. Nun hat sich noch eine andere Art der Narkose eingeführt, und das ist die sogenannte Gas-Narkose, wobei dem Patienten das betreffende Narkosegas unter Abschluß atmosphärischer Luft zugeführt wird. Die beiden Hauptvertreter dieser Klasse wären vor allen das Stickoxydul, auf das ich jetzt im Näheren zu sprechen komme, und das Acetylen, beides Gase, die eine weitläufige Apparatur zwecks Narkose beanspruchen.

Joseph Pristley (1733—1804) kann man das Verdienst zuschreiben, das Stickoxydulgas zum erstenmal entdeckt zu haben. Das genaue Jahr kann man jedoch nicht angeben, da Pristley in seinen Büchern „Experiments and observations on different kinds

of air" es erst im Jahre 1772 publiziert, doch muß man aus verschiedenen Bemerkungen des Entdeckers schließen, daß er es vorher kannte. Pristley gewann das Gas durch die Einwirkung von verdünnter Salpetersäure auf Zink. Er konnte jedoch das Gas nicht rein darstellen, was erst dem Franzosen Claude Louis Berthollet (1748—1822) und Pierre Simon de Laplace (1749—1827) kurze Zeit darauf durch Verwendung der Zersetzungprodukte des salpetersauren Ammoniaks gelang.

Nun war der in Clifton lebende Arzt und Chemiker Thomas Beddoes (1760—1808) der Meinung, daß diverse Krankheiten der Atmungsorgane durch Einatmen verschiedener Gase zu heilen wären. Er gründete unter dieser Voraussetzung im Jahre 1798 eine Art Krankenhaus, nämlich die „Pneumatic Institution" (An hospital for patients, a laboratory for experimental ressearch, and a theatre for lecturing). Beddoes nahm sich auch gleich einen Assistenten, und dies war der damals erst 20 jährige Humphry Davy (1778—1829), dessen Aufgabe es war, die Wirkung der Gase, besonders auch des Stickoxyduls am tierischen Organismus zu studieren. Bei dieser Gelegenheit merkte er, als er wieder mal in der Gaszelle war, die mit Stickoxydul gefüllt war, daß seine Zahnschmerzen, über die er bei Durchbruch des Weisheitszahnes klagte, vollkommen verschwanden. Nachdem er die Kammer verlassen hatte, waren auch die Schmerzen wieder da. Er probierte nun noch öfter die Wirkung des Gases an sich aus, stellte obige Tatsache noch mehrmals fest und merkte auch so, daß sein Unbehagen sich in Vergnügen verwandelte und er überhaupt sehr lustig und gut aufgelegt war. Diese Entdeckung fällt in das Jahr 1799, und er gab diesem Gas den Namen Lach- oder Lustgas. Seine Empfindung schildert er in folgenden poetischen Worten:

„Not in the ideal dreams of wild desire
have I beheld a rapture- wakening form
My bosom burns with no unhallow'd fire
Yet are my eyes with sparkling lustre filled;
Yet are my eyes with sparkling lustre filled;
Yet is my mouth replate with murmering sound;
Yet are my limbs with inward transports filled;
And clad with new-born mightiness around."

Davy teilte diese wichtige Tatsache seinen Freunden mit, die alle kamen, um das Gas einzuatmen und auch das Gefühl der Freude und der Zufriedenheit beim Inhalieren bestätigten. Davy erkannte wohl die Zukunft dieses Gases, wenn er sagte: „Es wird wohl voraussichtlich mit großem Vorteil bei chirurgischen Eingriffen verwendet werden können, wenn kein zu großer Blutverlust auftritt." Davy hatte keine Gelegenheit, diesen Ausspruch in die Tat umzusetzen, und die Wirkung des Gases geriet wieder in Vergessenheit. Es wurde nur so gelegentlich von herumreisenden Leuten auf Jahrmärkten zur Belustigung der Zuschauer gezeigt.

Im Jahre 1844 sah nun Horace Wells (1815—1848) in Hartford bei einem öffentlichen Vortrag, wie ein Chemiker namens Colton einen Mann mit Lachgas betäubte. Dieser fiel um und zog sich eine ziemliche Verletzung am Beine zu. Wells, der Zahnarzt von Beruf war, interessierte sich sehr hierfür und fragte nun den Mann, ob er Schmerzen bei seiner Verletzung gespürt habe. Derselbe verneinte es und wußte überhaupt nichts davon, bis man ihn darauf aufmerksam gemacht hatte. Wells war nun klug genug, diese Wirkung auch mal in seiner Praxis auszuprobieren, umsomehr, als ihn der Gedanke, Schmerzen beim Extrahieren der Zähne auszuschalten, schon lange interessierte. Da er gerade selbst einen schlechten Zahn hatte, inhalierte er dieses Gas, und der ihm bekannte Zahnarzt Riggs führte die Extraktion aus, bei der er nach seiner eigenen Angabe höchstens einen Schmerz wie den Stich einer Nadel spürte. (11. Dezember 1844). Dies wurde nun in ganz Hartford bekannt, und Wells zog in nächster Zeit noch mehr Zähne unter Einwirkung dieses Gases. Doch er wollte weiter und stellte seine Entdeckung der medizinischen Fakultät in Boston gelegentlich einer Sitzung im Massachussett-Hospital unter Leitung des Chirurgen Warren vor. Dabei hatte Wells insofern Pech, als der Patient, dem er den Zahn zog, sicher zu wenig Gas geatmet hatte und deshalb vor Schmerzen fürchterlich brüllte. Die Zuschauer hielten nun alles für Schwindel und riefen Wells Charlatan und Humbug zu. Dieser war tief betrübt über den unglücklichen Ausgang, gab seinen Beruf auf, um dann im Jahre 1848 durch Selbstmord zu enden.

Zwei bekannte Freunde Wells, nämlich der Zahnarzt William Green Morton (1819—1868) und der Chemiker Charles Jackson

(1805—1880), welch letzterer der Entdecker der narkotischen Eigenschaft des Äthers ist, bauten die Methode des Stickoxyduls noch weiter aus, ohne daß auch ihnen größerer Erfolg zuteil geworden wäre. Erst durch die Verbreitung des Äthers konnten sich dann Morton und Jackson Ansehen erwerben, da Morton im gleichen Saale, in dem Wells sich zwei Jahre vorher seine Niederlage holte, eine Äthernarkose vorführte, die glänzend gelang. Doch beiden genialen Menschen spielte das Leben noch manch harten Kampf um die Prioritätsrechte ihrer diversen Erfindungen, und Morton endete durch eigene Hand, während Jackson den Rest seines Lebens im Irrenhause zubrachte. Nach Europa gelangte die Kenntnis des Stickoxyduls erst im Jahre 1867 anläßlich der Pariser Weltausstellung durch Colton, der es dem Zahnarzt Evans bekannt gab. Evans verbreitete die Mitteilung nicht nur in Frankreich, sondern auch in England, und es war am 31. März 1868, als im Dental-Hospital in London die ersten Narkosen mit Stickoxydul praktisch demonstriert wurden.

Es sei nur kurz erwähnt, daß man zu dieser Zeit das Gas bei seiner Fabrikation in seidenen oder ledernen Ballons auffing. Ein solcher wurde dann dem Patienten an den Mund luftdicht angeschlossen, während ihm die Nase durch eine entsprechende Klammer zugehalten wurde. Er konnte auf diese Art und Weise nur reines Stickoxydul atmen. Nach beendeter Operation nahm man den Ballon weg und ließ den Patienten zur Erweckung darauf atmosphärische Luft atmen.

Man machte nun Versuche, Stickoxydul auch für längere Operationen anzuwenden und nahm zu diesem Zweck dem Patienten den Ballon zeitweise ab und ließ ihn reine atmosphärische Luft atmen, um ihm anschließend wieder Stickoxydul zuzuführen. — So äußert sich Patruban in der Wiener med. Zeitung von 1866, daß die mit dieser Methode ausgeführten Operationen zur vollkommenen Zufriedenheit ausfielen.

Dies brachte den Franzosen Paul Bert (1879) auf den Gedanken, statt atmosphärischer Luft reinen Sauerstoff zu nehmen und er wählte eine Mischung von 85 % Stickoxydul und 15 % Sauerstoff unter einem Überdruck von 1/5 Atmosphäre. Hierbei konnte er die Dauer der Narkose beliebig ausdehnen, und er beschreibt die Narkose eines Hundes, die über 24 Stunden dauerte.

Das Blut erhielt nämlich so den notwendigen Sauerstoff, und unter dem erhöhten Druck wurde zugleich genügend Stickoxydul aufgenommen, um seine volle Wirkung entfalten zu können. Bert hielt diese Stickoxydul-Sauerstoff-Mischung für das idealste Narkotikum, was er damals schon in folgender Zusammenstellung ausdrückt:

1. Fehlen der Exzitation
2. Ungefährlichkeit der Dosierung
3. Sofortige Reversibilität
4. Ausbleiben der Übelkeit (Narkosekater)
5. Allgemeine Unschädlichkeit

Auf dieser Grundlage konnte nun die erstrebte Wirkung erreicht werden, und zwei Pariser Chirurgen Labbé und Péan haben sich ihrer ohne einen einzigen Todesfall mit bestem Erfolg bedient. Diese Methode Berts ist jedoch sehr schwer durchzuführen, da sie einen überaus weitläufigen Apparat verlangt. So mußte nach dem Entwurf von Dr. Fontaine eine pneumatische Kammer aus Eisenblech mit 30 cbm Inhalt geschaffen werden, welche durch luftdicht eingefügte Glasscheiben erhellt wurde. Darin befinden sich Patient und Operateur, Assistent etc. Unter dem Operationsstuhl ist ein großer Behälter mit der erforderlichen Gasmenge. Der ganze Inhalt der Kammer wird nun durch ein Luftpumpwerk unter dem entsprechenden höheren Atmosphärendruck versetzt und steht während der Dauer der Operation unter diesem Druck. Dadurch war die Anwendung der Kammer bei ihrer Kompliziertheit und Kostspieligkeit nur den großen Krankenhäusern vorbehalten.

Bevor ich die weitere Apparatur für die Narkose bespreche, will ich zunächst mal auf die chemischen, physikalischen, pharmakologischen und physiologischen Eigenschaften des Stickoxyduls eingehen.

Das Stickoxydul (nitrogenium oxydatum, Stickstoffmonoxyd, Lustgas, Lachgas) kann nicht durch eine direkte Synthese aus den Elementen gewonnen werden. Man erhält es durch Erhitzen in einer Retorte von Ammoniumnitrat auf ca. 250 Grad.

$$NH_4 NO_3 = N_2O + 2\ H_2O$$

Seine Bildungsweise ist daher analog der des Stickstoffs aus Ammoniumnitrit. Geht man über 250 Grad hinaus, so zersetzt sich das gebildete Gas zum Teil. Das entstehende Gas wird betr. Rei-

nigung beigemengter anderer Bestandteile über eine Eisenvitriollösung und Kalilauge geführt. — Die Herstellung des Gases ist verhältnismäßig einfach. Schrauth beschreibt sie wie folgt: „Zur Herstellung von 150 Ltr. Stickoxydulgas ist ein Kilo salpetersauren Ammoniaks hinreichend. Während der untere Teil des Kolbens im Sandbad oder auf dem Drahtsieb steht, um eine allmähliche und gleichmäßige Erwärmung zu ermöglichen, geht aus dem Kolben ein dicht eingefügtes knieförmiges Glasrohr ab, welches mit einer Wulff'schen (Reinigungs-) Flasche in Verbindung steht; diese ist mit einer zweiten, die zweite mit einer dritten in Verbindung; ein aus der letzten Flasche entspringendes knieförmig gebogenes Glasrohr mit Gummischlauch wird am Gasometerhahn befestigt. Die Anordnung der in die Wulff'schen Flaschen einmündenden Glasrohre ist derart, daß das durchströmende Gas die in den Flaschen befindliche Flüssigkeit passieren muß. Die Wulff'schen Flaschen werden etwa bis zur Hälfte mit Wasser gefüllt, was bei Verwendung von reinem Salz völlig genügt. Will man sich jedoch auf dessen Reinheit nicht verlassen, so wird die erste Flasche zur Hälfte mit einer konzentrierten Lösung von Ferrum sulfuricum, die zweite mit einer solchen von caustischem Kali (1 : 6), die dritte mit Kalkmilch gefüllt. Durch das erste Reagens wird das beim Überhitzen sich entwickelnde Stickstoffoxydgas absorbiert, während die Kalilösung und Kalkmilch vorhandene Kohlensäure und Chlor binden. Dem im Gasometer zum Absperren gehaltenen Wasser wird von einigen Sodalösung zugefügt." — Schrauth hält letztere Maßnahme doch für entbehrlich, und als Probe für hinreichende Reinheit gibt er an, daß das Gas einen eben ausgelöschten Holzspan wieder entzündet. Das Gas verliert jedoch im Gasometer nach einigen Wochen an Güte, so daß man keine zu großen Mengen vorrätig haben soll.

Das Stickoxydul ist ein farbloses Gas, welches schwach süßlich schmeckt und angenehm riecht. Spez. Gewicht ist 1,527. Ein Ltr. N_2O wiegt bei 0 Grad und 760 mm Hg 1,977 g. Hundert Volumina Wasser lösen bei 0 Grad 130,5; bei 15 Grad 77,8 Vol. In Alkohol ist es noch leichter löslich; bei 0 Grad und unter einem Druck von 30 atm. wird es zu einer farblosen Flüssigkeit kondensiert, welche bei — 89,8 Grad siedet, bei — 115 Grad erstarrt und mit Schwefelkohlenstoff gemischt bei Verdampfen im luft-

leeren Raum eine Temperatur von — 140 Grad erzeugt. Stickoxydul hat endotherme Eigenschaften.

$$2\ N + O - N_2O = - 17{,}7\ cal.$$

Das Gas unterhält, wie bereits erwähnt, den Verbrennungsprozeß, und ein glimmender Holzspan entzündet sich darin fast wie in Sauerstoff.

Was die pharmakologische Wirkung des Gases betrifft, so hat bereits Davy beobachtet, daß das Stickoxydul bei Mensch und Tier einen rauschartigen Zustand erzeugt, der nach Unterbrechung der Einatmung wieder vorbeigeht. Erst die Versuche von Hermann auf diesem Gebiete brachten nähere Klarheit, und der Forscher beschreibt die Wirkung des Gases in einem Gemisch von 4 Vol. N_2O und 1 Vol. O_2 folgendermaßen:

„Deutlich süßer Geschmack des Gases, bald Brausen und Trommeln in den Ohren, Undeutlichwerden der Gesichtswahrnehmungen, erhöhtes Wärmegefühl im ganzen Körper, dann ein Rieseln, welches schnell namentlich die Extremitäten durchzieht, ein Gefühl außerordentlicher Leichtigkeit der Glieder, vermutlich durch Verlust des Muskelgefühls; denn die intendierten Bewegungen werden ziemlich maßlos, aus kleinen Muskelbewegungen wird ein täppisches Hin- und Herfahren, das Stehen wird schwankend, man stampft mit den Füßen; beim Sitzen heftiges Hin- und Herschaukeln. Die Empfindlichkeit ist etwas herabgesetzt, besonders gegen schmerzhafte Eingriffe, weniger in Bezug auf Tastvermögen. Der Ideengang ist enorm schwunghaft, gewöhnlich heiter (oft lautes Juchzen und Lachen), das Bewußtsein schwindet nie vollständig, ebensowenig tritt vollkommene Anaesthesie ein. Wird jetzt das Atmen des Gases unterbrochen, so tritt sehr schnell vollständig nomaler Zustand ein, ohne alles Nachleiden, außer eine plötzlich schnell vorübergehende Schläfrigkeit. Während des Rausches zeigt sich geringe Pulsbeschleunigung, etwas Rötung des Gesichts, Injektion der Conjunctiva, etwas erweiterte Pupillen." Bei dem Versuch von Hermann ist die Einatmung des Gases nur kurze Zeit fortgesetzt worden (ca. 2 Minuten), wobei er beobachtete, daß falls das von den Lungen ausgeschiedene CO_2 in den Spirometer zurückgeatmet wird wegen Sauerstoffmangel bald ein Gefühl von Dyspnoe eintritt. Im Gegensatz zu Davy, der angibt, daß bei wiederholter Atmung von N_2O sich die Wirkung stei-

gert, findet Hermann eine Schwächung. Bei Tieren brachte die Atmung des Stickoxydul-Sauerstoff-Gemisches absolut keine andere Wirkung hervor als atmosphärische Luft. Hermann gibt an, daß reines Stickoxydul, also ohne Sauerstoff, bei Mensch und Tier Erstickung hervorruft, wie überhaupt jedes andere indifferende Gas auch. Davy kannte diese Wirkung allerdings nur vom Tier her, nicht vom menschlichen Organismus. Doch kam dies daher, weil Davy das Gas, das irgendeine Versuchsperson atmen sollte, in seidenem Beutel aufbewahrte und diese ja eo ipso nicht luftleer waren; so hatte Davy, ohne es zu wissen, bereits eine Sauerstoffbeimengung des Stickoxyduls. Seine Tiere dagegen ließ er durch Wasser gesperrtes wirklich luftfreies Gas atmen und erhielt ebenso die Erstickungserscheinungen.

Aus seinen Versuchen heraus ist Hermann so weit gegangen, zu behaupten, daß die Verwendung des Stickoxyduls ein Attentat auf das Leben des zu Operierenden sei, und er bezeichnete es als einen „Versuch, den Patienten durch Sauerstoffentziehung zu ersticken, die Bewußtlosigkeit der Asphyxie zur Operation zu benutzen und dann auf die Restitution zu hoffen, evtl. dieselbe durch künstliche Respiration zu unterstützen". Dabei wird der Puls unfühlbar, das Gesicht leichenblaß, die Schleimhäute livid. Doch fehlt dem Narkotisierten das Erstickungsgefühl, da er sich ja in einem rauschähnlichen Zustand befindet; während Frösche nach den Versuchen Hermanns in reinem N_2O sofort dyspnoisch werden, jedoch erst nach sehr langer Zeit sterben, bekommen Warmblütler heftige Dyspnoe und Konvulsionen und sterben raschestens unter dem typischen Zeichen der Erstickung, wobei auch das Blut jene charakteristische dunkelrote Farbe bekommt.

Diese Ergebnisse sind im wesentlichen von Tony Blanche bestätigt worden, welcher auch außerdem eine Analyse der Blutgase bei einem N_2O — O_2 atmenden Hunde ausführte, wobei er fand, daß das N_2O keinen eigentlichen Einfluß auf den sonstigen Gehalt des Blutes an O_2 und CO_2 hat.

Folgendes sind die von ihm gefundenen Zahlen für das arterielle Blut des Hundes:

I. Normalatmend
48,8 % CO_2 21,11 % O_2 2 % N

II. Nachdem er 7½ Minuten ein Gemisch von
62 % N_2O 21 % O_2 17 % N
geatmet hatte
46 % CO_2 17,7 % O_2 0,3 % N 29 % N_2O

Den Nachweis der spezifisch narkotischen Eigenschaft lieferte erst Bert, da es ihm durch erhöhten Druck gelang, die Asphyxie auszuschalten. Er ging von der theoretischen Überlegung aus, daß bei dem unter gewöhnlichen Atmosphärendruck eingeatmeten N_2O — O_2 Gemische, der zu niedrige Partialdruck des Stickoxyduls es sei, der eine für das Zustandekommen der Narkose ausreichende Absorption N^2O im Blut verhindere.

Des ferneren verdanken wir Martin Goltstein eine Reihe grundlegender Versuche. Er bewies, daß eine vollständige Anaesthesie erst durch Kombination der narkotischen Wirkung mit den Effekten der Erstickung bei Atmung von reinem Stickoxydul eintritt. Daß hierbei nicht, wie damals im allgemeinen angenommen wurde, die Erstickung allein wirkt, geht daraus hervor, daß Frösche in reinem N_2O in wenigen Minuten, in reinem Wasserstoff erst nach einigen Stunden die Reflexerregbarkeit verlieren. Diese Frage, daß das Stickoxydul wirklich eine selbständige nicht von der Asphyxie abhängige betäubende Wirkung äußert, hat Goltstein durch folgenden Versuch klargestellt:

Wird ein Frosch in einen durch Quecksilber abgesperrten und mit reinem N_2O gefüllten Glaszylinder gebracht, so ist anfangs die Atmung lebhaft; nach einigen Minuten wird das Tier ruhig und macht beim Anziehen eines am Schenkel befestigten Fadens träge Bewegungen; nach 5½ Minuten hört die Reaktionsfähigkeit völlig auf, die Atembewegungen sind selten. Aus der Glocke an die Luft gebracht, tritt nach 30 Sekunden wieder Reaktion ein, und in wenigen Minuten ist das Tier erholt. Läßt man während des Stadiums der Reaktionslosigkeit eine mäßige Quantität Luft in den Zylinder strömen, so tritt in kurzer Zeit die Reizbarkeit wieder auf. Setzt man nun den Frosch nach obiger Versuchsanordnung der Einwirkung reinen Wasserstoffgases aus, so tritt auch hier bald lebhafte Unruhe und Dyspnoe ein; dagegen ist letztere viel heftiger und hält länger an als im Stickoxydulgas. Allmählich wird das Tier ruhiger, reagiert aber noch nach 1½ Stunden auf einfache Zerrung mittels des Fadens.

Was Goltsteins Versuche mit Warmblütern anbetrifft, so stellte er fest, daß die Atmung bei abgeschlossenem Raum mit Luft wie auch in Stickoxydul-Sauerstoff-Gemisch allmählich langsamer und flacher wird, bis sie schließlich aufhört. Hierbei sind Krämpfe nie oder nur gering zu beobachten.

Wie bei jeder anderen Erstickung lassen sich bei Stickoxydulatmung ebenfalls drei Stadien der Atemnot feststellen, welche charakterisiert sind durch Dyspnoe, Cyanose und Asphixie.

1. Inspiratorische Anstrengungen.
2. Exspiratorische Muskelanstrengungen mit längerer Atempause.
3. Seltene, allmählich immer flacher werdende Inspiration, die bei Fortdauer der Narkose zur definitiven Lähmung des Atemzentrums führt.

Vergleichsversuche mit Stickstoff einerseits und Stickoxydul andererseits ergaben nun erhebliche Unterschiede. Beim N_2O machen sich nämlich fast augenblicklich narkotische Wirkungen geltend, so daß die dyspnoetischen Anstrengungen lange nicht den Grad erreichen, wie bei der Stickstoffatmung. Die klonischen Krämpfe fehlen ganz. Das zweite Stadium der Erstickung wird rascher beendet. Den wichtigsten Unterschied gegenüber der gewöhnlichen Erstickung erblickt Goltstein darin, daß bei dieser Reflexlosigkeit erst kurz vor der Atmungslähmung auftritt, d. h. in der zweiten Hälfte des dritten Erstickungsstadiums, während bei der Stickoxyduleinatmung Reflexlosigkeit schon im zweiten Stadium vorhanden ist, also lange vor der Gefährdung des Atemzentrums.

Die Reflexerregbarkeit ist bei tiefer Narkose fast allgemein vorhanden, aber entschieden herabgesetzt, wie z. B. Cornealreflex. Die Lider sind meist geschlossen, die Pupille erweitert, die Bulbi nach oben gerichtet, die Sehachsen parallel. Der Kreislauf wird durch Stickoxydul nicht im Sinne einer Blutdrucksenkung beeinflußt, sondern im Gegenteil einer Blutdrucksteigerung, welche jedoch keine bedeutende Höhe einnimmt. Der Puls ist zur Zeit der Narkose ebenfalls annähernd normal und von vermehrter Fülle. Im Blute bewirkt das N_2O keinerlei chemische oder morphologische Veränderungen, es wird vielmehr vom Blute lediglich in Form einer physikalischen Auflösung absorbiert. Eine Zersetzung des Stickoxyduls in Sauerstoff und Stickstoff scheint im Blute nicht stattzufinden, da die Spectra des Oxyhämoglobins und

des reduzierten Hämoglobins keine Veränderung bei Anwesenheit von N_2O zeigen.

Über Veränderung innerer Organe, welche geeignet wären, schädliche Nachwirkungen der Stickoxydulnarkose hervorzubringen, ist nichts bekannt, da ja dasselbe mit den Körperzellen keine dauernde Verbindung eingeht, sondern unverändert durch die Lungen ausgeschieden wird.

Über eine weitere Wirkung des Gases auf die Zentren des Genitalapparates, die regelmäßig bei jeder N_2O Narkose eintreten soll, äußert sich Seitz folgendermaßen: „Allerdings ist das Erektionszentrum im Rückenmark dominierender Vasodilatatorenzentren der Oblongata untergeordnet und hat deshalb eine Reizung des Rückenmarks aufwärts, wie sie z. B. durch Erstickungsblut stattfindet, Erektion oder doch wenigstens sexuelle Erregung zur Folge, und läßt sich dieselbe auch als Folgeerscheinung der durch den Luftabschluß bedingten asphyktischen Blutmischung betrachten, welche Annahme noch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, wenn wir bedenken, daß die dyspnoetische Blutmischung bei der N_2O Narkose schon vor Lähmung der Rückenmarkzentren stattfindet. also zu einer Zeit, wo dieselben für eine Reizung noch empfänglich sind." — Diese Wirkung auf das Zentrum des Genitalapparates ist deshalb besonders wichtig erkannt zu haben, weil sie evtl. zu gerichtlichen Anklagen sexueller Art führen kann.

Von chronischen Vergiftungen mit N^2O ist ebenfalls in der Literatur noch nichts angegeben. Im übrigen hat N^2O mit seiner besonders großen Löslichkeit in Lipoiden dieselben Angriffspunkte auf das Zentralnervensystem wie die aliphatischen Narkotika. Allerdings ist Wieland durch seine Untersuchungen zu der Auffassung gekommen, daß die betäubende Wirkung des Stickoxyduls auf eine Störung der Sauerstoffaufnahme der Nervenzellen zurückzuführen ist.

Wie bei allen anderen Narkotika ist eine vorherige Injektion von Scopolamin-Morphium von großem Vorteil, da durch sie die Wirkungsweise des N^2O erhöht wird.

Da es bekannt ist, daß das Stickoxydul-Sauerstoff-Gemisch keine große Narkosentiefe hervorbringt, ist es notwendig, für solche Operationen, die ein solches Stadium verlangen (Entspannung der Bauchdecke für Laparatomien, Entspannung der Extremitäten,

damit bei evtl. Schienung von Brüchen keine Gefäße zerrissen werden) entsprechende Mengen Äther zu verwenden. Die Wirkung des N_2O wird dadurch etwas in den Hintergrund gedrängt, da die unangenehmen Nachwirkungen des Äthers die Vorteile des N_2O überwiegen. Außerdem wird durch die Einschaltung der Ätherflasche in den Narkosenapparat die Anwendung desselben hochgradig kompliziert und verlangt geübte Hilfskräfte. Trotzdem kann man sagen, daß die Technik der Stickoxydul-Narkose so einfach und auch so kompliziert ist, wie die einer jeden anderen, da der Narkotiseur nie die nötige Sorgfalt fehlen lassen darf, auch wenn er einen präzis funktionierenden Apparat zur Verfügung hat.

Ich will nun im Folgenden auf die einzelnen Apparate zu sprechen kommen.

Die Fülle von Lachgas-Narkose-Apparate ergibt sich allein daraus, daß dieselbe von ungezählten Operateuren angewendet worden ist. Doch im wesentlichen beruhen sie alle auf dem gleichen Prinzip, und man kann in der Entwicklung der Apparate vier Hauptsysteme erkennen:

1. Die Ausatmung geht mittels besonderen Ventils in die Luft, wobei nur reines Gas in die Lungen strömt.
2. Das eingeatmete Gas wird in den Behälter wieder zurückgeatmet.
3. Das ausgeatmete Gas wird extra aufgefangen und nach Reinigung wieder verwendet.
4. Das Gas wird komprimiert angewendet.

Für 1—3 bestehen die Apparate im wesentlichen aus einem Doppelmantel, zwischen dessen Wände sich im Wasserbade ein glockenförmiger Gasometer unter dem Druck des einströmenden Gases und dem Gegendruck von Gewichten auf- und abwärts bewegen kann (ähnlich den Gasometer in den Gasanstalten). Mehr oder weniger modifiziert sind die Zuführungen zum Patienten, und die Ansatzstücke, das sind die Teile, die auf Nase und Mund gelegt werden, um die Zufuhr zu regeln. —

Was die erste Methode anbetrifft, so ist sie wegen des großen Gasverbrauchs bald verlassen worden.

Bei der zweiten Methode wird das Gas aus einem kleinen sogenannten Spargasometer (evtl. Kautschuksack), der mit dem

Hauptgasometer in Verbindung steht, eingeatmet und hierein auch wieder ausgeatmet. Aus dem Spargasometer andererseits ragt ein Schlauch hervor, an dessen peripherem Ende sich das Mundstück befindet. Hierbei wird das Gas allerdings durch die ausgeatmete Kohlensäure etwas verunreinigt, doch scheint dieser Umstand keine Bedeutung auf den Verlauf der Narkose gehabt zu haben.

Die dritte Methode ist nach dem System des Herrn Dr. Robert Telschow (Berlin) ausgearbeitet. Das Mundstück ist mit Klappventilen versehen, die mit einem Gasometer und einem Supplementsack in Verbindung stehen. Im Gegensatz zur zweiten Methode geschieht die Entkohlung der Ausatmungsluft nicht im Spargasometer, sondern in dem zwischen Mundstück und Gasometer sich befindlichen Supplementsack. Es wird also nur reines Gas geatmet, da das kohlensäurehaltige durch das betreffende Ventil in den Supplementsack geleitet und durch Kalkwasser gereinigt wird. Ist dieser gefüllt, wird der Inhalt zum zweiten Male geatmet, um jedoch dann in die Luft ausgeatmet zu werden. Hierbei wird allerdings Gas gespart, doch ist diese Methode ohne eingearbeitete Assistenz unmöglich.

Bei der vierten Methode macht man von der physikalischen Eigenschaft des Gases Gebrauch, nämlich von der Komprimierung durch höheren Druck in eiserne Bomben. Die Vorteile bestehen im Wegfall der eigenen Zubereitung und dem geringen Volumen des Gases, sowie der dadurch bedingten leichteren Transportmöglichkeit. Bei dieser Methode sind zwei Bomben mit Stickoxydul vorgesehen, an denen je ein Metallrohr befestigt ist, welches in ein gemeinsames Rohr mündet, dessen peripheres Ende wiederum in einen Gummischlauch mündet, welcher dann in einen Gassack übergeht. Aus diesem geht nun wieder ein Rohr heraus, an dem ein entsprechendes Mundstück befestigt ist. Der Gassack wird jetzt von der einen Bombe gefüllt. Sollte nun der eine Sack für die Dauer der Narkose nicht ausreichen, so kann er ja entsprechend oft wieder gefüllt werden. Bei älteren Apparaten ist nur eine Bombe allein. Hier konnte nun der Mißstand eintreten, daß das flüssige Gas an der feinen Ausmündungsöffnung der Bombe gefriert und so dieselbe verschließt, weil ja das Gas bei Änderung seines Aggregatzustandes von dem flüssigen in den gasförmigen

Zustand eine große Kälte erzeugt. Jetzt dreht man nun die zweite Bombe auf, und man hat wieder Gas, ohne die Narkose unterbrechen zu müssen.

Das waren alles Apparate für reine Stickoxydul-Narkosen. Doch nachdem Bert die Wichtigkeit des Sauerstoffes erkannt hatte, mußten eben Apparate für dieses gemischte Gas geschaffen werden. Das war zuerst jene „pneumatische Kammer" Berts, die sich wohl in ihrem Prinzip bewährt hatte, doch wegen ihrer Umständlichkeit wieder verlassen wurde.

Nun war vor allen Amerika, das Land, das sich immer am begeistertsten für das Lachgas aussprach, das in der Herstellung der einzelnen Apparate führend war, und viele Variationen teils des Mundstücks, teils der Überdruck-Vorrichtung, der Mischungskammer der beiden Gase, der Rückatmung etc. hervorbrachte. Auch die finanzielle Seite spielte bei dieser Narkoseart eine große Rolle, da man eben davon abgesehen hatte, das Gas selbst herzustellen und deshalb gezwungen war, es im komprimierten Zustand in Bomben zu kaufen. Dieselben kamen aber horrend teuer und wurden in Deutschland nicht hergestellt. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn Deutschland am wenigsten Stellung zum Lachgas nahm, und erst im Jahre 1911 brachte Neu an der Heidelberger Frauenklinik einen einigermaßen handlichen Apparat heraus, mit dem man aber auch keine allzu große Erfolge erzielte. Dabei gibt Neu an, daß ohne vorhergegangene Injektion von Scopolamin-Morphium, an ein gutes Gelingen der Narkose nicht zu denken ist. (Im übrigen hat sich diese Injektion bei allen Narkotika bestens bewährt). Außerdem hat Neu auch die Überdruckvorrichtung weggelassen, weil es sich herausgestellt hat, daß durch den Scopolamin-Morphium-Dämmerschlaf der Partialdruck des N_2O keine wesentliche Rolle mehr spielt.

Auf alle die bisher erfundenen Apparate auch nur kurz einzugehen, hieße ein Spezialthema behandeln, und ich will mich allein auf deren wesentliches Prinzip im allgemeinen einlassen und nur die zur Zeit verwendeten Apparate näher beschreiben.

Während im Auslande (wie bereits erwähnt, Amerika) die Lachgas-Narkose weiter ausgeübt wurde, ging man in Deutschland und auf dem Kontinent überhaupt ganz davon ab. Es fehlte wohl hier an der richtigen Apparatur, die man vom Auslande hätte

beziehen können, doch kein rechtes Zutrauen zu ihnen hatte. So war das Lachgas bei den deutschen als auch bei vielen anderen europäischen Chirurgen ins Vergessen geraten, und erst Schmidt und Sudeck haben es in ihrer Klinik zu Eppendorf an Hand vergleichender Studien mit Narcylen und Lachgas wieder eingeführt (1925). Schmidt und Sudeck veranlaßten nun die J. G. Farbenindustrie Höchst ebenfalls N_2O herzustellen, die heute das Gas in Bomben von 10 Ltr. Rauminhalt mit 8 kg flüssigem Gas unter einem Druck von 55 atm. zu einem billigeren Preise als die betreffende Fabrik in England liefern. Auch konstruierten die beiden Chirurgen einen neuen Apparat, der heute von den Drägerwerken in Lübek in einigen Variationen hergestellt wird. So gibt es jeweils einen Apparat für

Lachgas-Sauerstoff-Narkose

Lachgas-Sauerstoff-Äther-Narkose

Eine Zusatzvorrichtung, die in wenigen Minuten an jedem Apparat zu montieren ist, ermöglicht den Gebrauch für die Überdruck-Atmung für Thorax-Operationen, regelbar von 0—15 ccm Wasserdruck. Diese kann als ideal bezeichnet werden, da sie alle Bedingungen in Bezug auf die lästigen Druckschwankungen und das Fehlen empfindlicher Regelorgane erfüllt. Die Atmung unter Überdruck verursacht keinerlei Anstrengungen.

Bei amerikanischen Apparaten ist es die Regel, daß das ausgeatmete kohlensäurehaltige Gas wieder eingeatmet wird; doch ist dies besonders bei längeren Narkosen nicht ungefährlich und kann gelegentlich Schädigungen verursachen. Hier hat sich die Kalipatrone bestens bewährt, da das hiermit gereinigte Gemisch vollständig zum Atmungsbeutel zurückgeführt wird. So werden nun wiederum Apparate mit und ohne Kreisatmung (d. h. Kalipatrone) hergestellt. Bei solchen ohne Kreisatmung geht das ausgeatmete Gas in die atmosphärische Luft über, und bei der anderen wird das Ausatmungsgemisch über eine Kalipatrone geleitet, die die in ihm enthaltende Kohlensäure und Wasserdampf absorbiert und so eine Ersparnis von ca. 75 % bedingt. Bei jedem Gebrauch erwärmt sich die Patrone, was ein Zeichen für die Arbeitsfähigkeit derselben ist. —

Das Mischungsverhältnis zwischen Lachgas und Sauerstoff ist genau einzustellen. Mißständliches Regulieren (wie bei älteren Ap-

paraten) fallen fort. Dem Narkotiseur ist durch die exakte Gasdosierung ein großer Teil der Verantwortung genommen, und er kann seine ganze Aufmerksamkeit auf das Verhalten des Patienten richten und das jeweils erforderliche Narkosestadium mit großer Sicherheit regeln. Auch kann er durch einen einfachen Handgriff bei evtl. Zwischenfällen 100 % Sauerstoff geben, während man bei erreichtem Narkosestadium mit 15—20 % O^2 auskommt, um die Cyanose zu vermeiden.

Bei den meisten Apparaten ist nun auch eine Äthertropfvorrichtung vorgesehen, bei der die benötigte Menge mit in die Einatmungsluft kommt. Ebenso ist es möglich, nur reinen Äther zu geben.

Jeder Apparat kann (auch nachträglich) mit einem Kohlensäurezusatzgerät versehen werden. Hierdurch ist man in der Lage, bei Asphyxie oder ähnlichen Zufällen zur Belebung der Atemtätigkeit, auch zur Vermeidung von Pneumonien, dem Patienten eine Atmungsluft zuführen, deren CO^2 Gehalt zwischen 4 und 8 % regelbar ist. Diese CO^2-haltige Luft vertieft die Atmung sofort und beseitigt dadurch etwa bestehenden Blutsauerstoffmangel und bewirkt eine schnellere Ausscheidung des Narkotikums, insbesondere wenn größere Äthermengen benötigt waren.

Ein Haupterfordernis ist noch die Auswahl einer richtigen Maske. Diese muß überall dicht anliegen. Bei abnorm geformten und stark eingefallenem Gesicht ist es notwendig, den Rand einzufetten und wenn nötig Watte zu Hilfe zu nehmen. Es gibt verschiedene Größen und Arten für Mund und Nase und für Nase allein.

Nachstehend gebe ich eine schematische Darstellung und Erklärung eines Stickoxydul-Narkose-Apparats mit Kreisatmung, CO^2 Zusatz, Überdruck- und Äthervorrichtung, wie er von den Drägerwerken in Lübeck geliefert wird (Bild 1).

Im Stahlzylinder 1 befindet sich das Stickoxydul unter 55—60 atm. Druck. Der Hochdruck wird vom Druckreduzierventil 2 auf einen geringen Arbeitsdruck entspannt. Am Finimeter 3 ist der Flaschendruck abzulesen und durch Stellen an der Flügelschraube 2a wird der Stickoxydulstrom nach dem Manometer 4 anfänglich auf 6, nach einigen Minuten auf 4 oder 2 Ltr. in der Minute gestellt. Der Wechselhahn 5 hat drei Inschriften, nämlich:

„N_2O“ Hahnstellung bei Stickoxydul-Sauerstoff-Narkose mit oder ohne Äther.

„O_2“ Hahnstellung bei Äther-Sauerstoff-Narkose und bei Sauerstoff-Inhalation.

„Zu“ Hahnstellung bei kurzer Unterbrechung der Narkose, um Stickoxydul zu sparen.

Die Strahldüse im Äthertropfapparat 6 ist zugleich die Gasdosierungsdüse. Es können 0—200 Tropfen Äther in der Minute eingestellt werden. Durch das Rohr 7 gelangt das dosierte Gas in das Sammelrohr 8 und von hier in den Atmungsbeutel 9.

Der Sauerstoff im Stahlzylinder 10 steht unter einem Anfangsdruck von 150 atm., der mit dem Verbrauch gleichmäßig fällt. Mittels Druckreduzierventil 11 wird der Hochdruck durch Stellen an der Flügelschraube 11a auf einen geringen Arbeitsdruck entspannt, und in der Vorrichtung 12 wird der am Manometer 13 ablesbare Sauerstoffstrom dosiert. — Für jede der oben angegebenen Stickoxydul-Dosierungsstellen (2, 4 und 6 Ltr. in der Minute) ist eine Prozentskala auf dem Manometer 13 vorgesehen. Am Finimeter 14 ist der Sauerstoffvorrat im Zylinder abzulesen. — Der dosierte Sauerstoff gelangt aus der Vorrichtung 12 ebenfalls in das Sammelrohr 8 und strömt mit dem Stickoxydul zusammen in den Atmungsbeutel 9. Hieraus erhält der Patient das Mischgas bei dicht angelegter Maske 17 durch den weiten Einatmungsschlauch 16 ohne die geringste Anstrengung. Bei jeder Einatmungsphase öffnet sich das Glimmerrückschlagventil 15. Ein zweiter Schlauch 18 leitet die ausgeatmeten Gase über das Glimmerrückschlagventil 19, den Vierweghahn 20 und die CO_2-Wasserabsorptionspatrone 21 in das Sammelrohr 8 und damit in den Sammelbeutel 9 zurück. In den Schläuchen 16 und 18 kann nur eine Gasströmung stattfinden, wie sie durch die Pfeilrichtung gekennzeichnet ist. Der Hahn 20 kann nach einem Zifferblatt so eingestellt werden, daß die Patrone 21 ganz oder teilweise in den Kreislauf eingeschaltet oder ganz ausgeschaltet ist.

Im Verlauf einer Narkose muß darauf geachtet werden, daß der Atmungsbeutel 9 stets mäßig gefüllt ist. Die genügende Füllung wird durch die Stickoxyduldosierung von 2, 4 und 6 Ltr. in der Minute erreicht. Die Überfüllung wird durch Einstellen des Entlüftungshahnens 22 zwischen den Ziffern 0—5 des Ziffer-

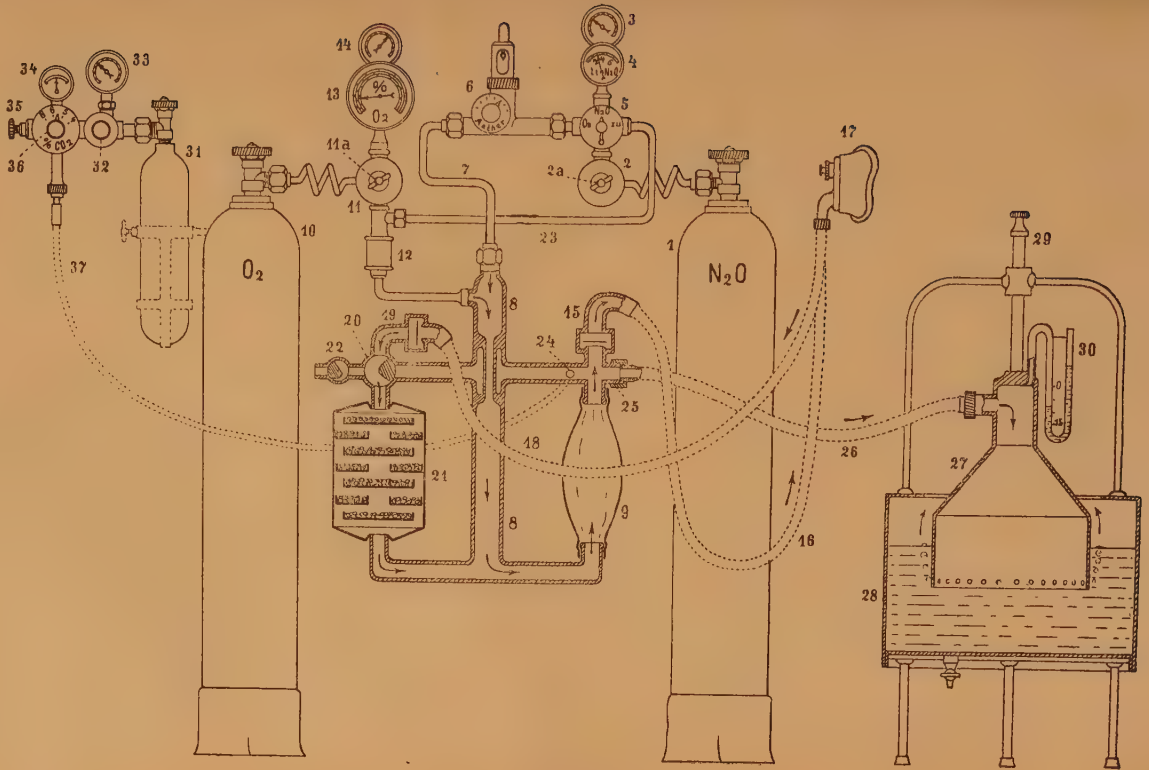

O2
N2O
1
2
2a
3
4
5
6
7
8
9
10
11
11a
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37

Bild 1

blattes vermieden. Selbst bei 2 Ltr. in der Minute ist meistens noch ein kleiner Gasüberschuß vorhanden, der aus dem Hahn 22 entweichen muß. Das Abströmen eines geringen Gasüberschusses sichert auch die richtige Gaskonzentration im Kreislauf

Soll keine Stickoxydul-Narkose, sondern Sauerstoff-Äther-Narkose oder reine Sauerstoff-Inhalation verabfolgt werden, so steht der Wechselhahn 5 auf O_2. In diesem Falle ist das Stickoxydul abgeschlossen und statt dessen die Sauerstoffleitung 23 eingeschaltet. Das Manometer 13 muß durch Hineinschrauben der Flügelschraube 11a auf den rechten Endstrich der Skala gestellt werden.

An der Rückseite des oberen Beutelstutzens befindet sich ein verschließbares Gewindestück 24 zum Anschließen des CO^2-Zusatzgerätes. Ein zweites verschließbares Gewindestück 25 ist für den Anschluß der Überdruckvorrichtung vorgesehen, welche durch Verbindung des beweglichen Schlauches 26 hergestellt wird. Jetzt wird der Entlüftungshahn 22 auf „zu" gestellt und die Tauchglocke 27 mit Schubstange 29 mehr oder weniger tief in das Wasser des Behälters 28 versenkt. Es entsteht dann im ganzen Leitungssystem, in der Maske und Atmungsbeutel, der sich aufbläht, ein Überdruck entsprechend der Tauchtiefe der Glocke 27. Am Wassermanometer 30 ist der Überdruck abzulesen. Der Gasüberschuß entweicht jetzt statt aus dem Hahn 22 aus den Randlöchern der Tauchglocke durch das Wasser nach oben.

Das CO^2-Gerät besteht aus einem kleinen CO^2-Zylinder 31, der 0,5 kg flüssige CO^2 enthält, dem Druckreduzierventil 32 und dem Finimeter 33, Manometer 34 und Abstellhahn 35, sowie dem Regulierschieber 36 und dem Metallschlauch 37. Ein Zylinderkorb trägt das Gerät und kann an jeden Narkose-Apparat an dem hierfür vorgesehenen Gewindezapfen befestigt werden. Mit Hilfe der Stellschraube des Reduzierventils wird der CO^2 Druck nach dem Manometer auf 3 atm. eingestellt. Bei geöffnetem Hahn 35 strömt die entspannte CO^2 zu einem Injektor, der durch den Regulierschieber je nach Einstellung so viel Außenluft ansaugt, daß das Gemisch 4, 5, 6, 7 oder 8 % CO^2 enthält. Das CO^2-Luftgemisch gelangt durch den Schlauch 37, der an den Stutzen 24 geschraubt wird, in den Atmungsbeutel 9. Da die geforderte Luftmenge ziemlich groß ist (10—20 Ltr. in der Minute), muß der

Hahn 22 ganz geöffnet sein. NO^2 und O^2 Zylinder werden geschlossen oder die Stellschrauben 2a und 11a so weit herausgeschraubt, bis die Manometer 4 und 13 auf 0 stehen.

Dieser eben beschriebene Apparat ist durchaus zuverlässig, doch allzu kompliziert und raumbeanspruchend. Darum haben die J. G. Farbenindustrie A.-G. sich entschlossen, selbst einen Apparat herauszugeben, der viel handlicher und übersichtlicher ist. Dieser steht auf Rollen und kann jederzeit nach jeder beliebigen Richtung plaziert werden. Ich bringe nachstehend ein Photo desselben mit einer kurzen Erklärung der einzelnen Teile. Der Vorgang im Apparat ist genau der gleiche, wie der im oben beschriebenen (Bild 2).

L — Lachgas (1). S — Sauerstoff (10). D — Maske (17).
E — Heizpatrone. A — Äthertropfvorrichtung.
B — Dosierung für Äther (6). K — Kontrollglas.
F — Auffang für überschüssigen Äther. H — Sauerstoffdosierung (13).
R — Regelkörper (für jedes der beiden Gase ein besonderes Ventil) (8).
G — Kontrollglas für das durchgehende Gasgemisch.
M — Mengenrad des benötigten Gemisches.
Für Überdruck-Narkosen:
C — Ausatmungsgefäß (27). T — Tauchrohr für den betreffenden Überdruck (29)
V^1 V^2 — Ein- und Ausatmungsventile (15, 19).
(Die Zahlen in den Klammern sind die betreffenden Teile des Dräger-Apparates).

Dieser Apparat hat im Gegensatz zu dem von Dräger den Vorzug, daß bei ihm die Überdruckvorrichtung gleich mit eingebaut ist und noch verschiedene Kontrollapparaturen besitzt, die dem Narkotiseur gestatten, mit einem Blick sich davon zu überzeugen, daß der ganze Mechanismus noch vollauf in Takt ist. Dagegen fehlt ihm das Kohlensäure-Zusatzgerät (das sicherlich auf Wunsch noch angebracht werden kann), und die Kalipatrone. Die ausgeatmete Luft wird nicht mehr verwendet, und so werden eben die Unkosten für diese Art von Narkose vergrößert.

Des ferneren haben die J. G. Farbenindustrie A.-G. noch einen Kleinapparat konstruiert, wobei die Überdruck- und Äthertropf-

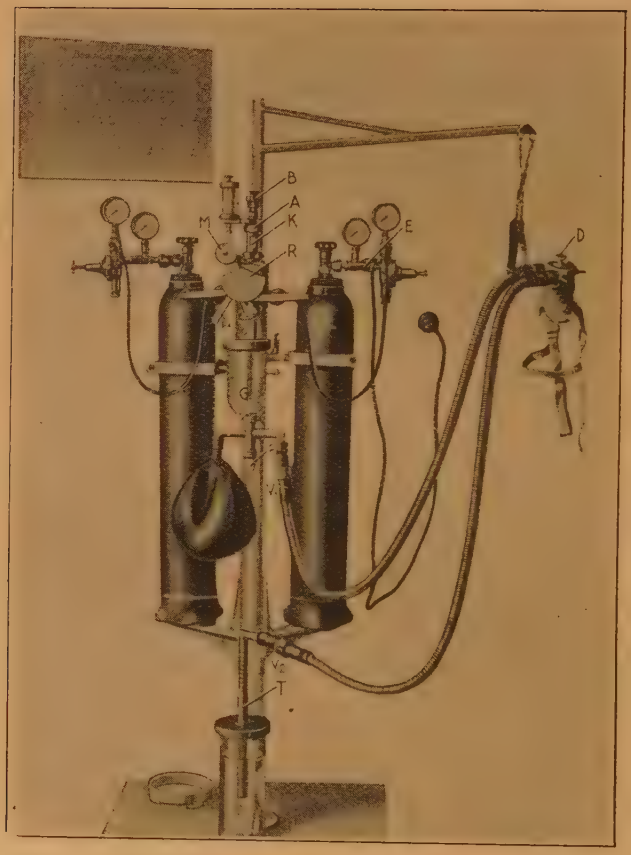


Bild 2

Vorrichtung weggelassen wurden. Wie das nachstehende Bild 3 zeigt, ist der ganze Apparat an die Wand zu befestigen und benötigt so kaum viel Platz. Da es bekannt ist, daß es gerade bei den Zahnärzten immer an genügend Platz mangelt, dürfte gerade diese Art der Konstruktion hier ihre Beliebtheit finden.

Nun haben diese eben geschilderten Apparate, welche die neuesten auf dem Gebiete der Technik sind, doch immer den Nachteil, daß sie nur stationär, d. h. nur in ein und derselben Klinik zu verwenden sind. Durch die Schwere der Bomben allein ist schon die Möglichkeit genommen, einen solchen Apparat auch nur einigermaßen bequem zu transportieren. Trotzdem die Drägerwerke einen tragbaren Koffer-Apparat im Gewicht von ca. 25 kg herausgegeben haben, ist doch dem praktischen Arzt und besonders dem Landarzt die Möglichkeit genommen, sich desselben zu bedienen. Dabei möchte ich nur erwähnen, daß bei dieser Konstruktion die Gasbomben verkleinert sind und nicht viele Narkose-Stunden aushalten, so daß man vorsichtigerweise stets Ersatzbomben mit haben soll. Ich glaube, schon aus diesem rein äußerlichen Grunde wird der praktische Arzt, der gerade nicht im Besitze eines Autos ist, lieber die handlichere Ätherflasche bevorzugen, mithin ja der Äther bei richtiger Narkosetechnik kein allzugroßes Risiko mehr in sich birgt.

Wenn man jedoch sich den näheren Verlauf einer Stickoxydul-Narkose betrachtet, so kann man hingegen wiederum sagen, daß das Lachgas mit Hilfe des oben abgebildeten kleinen Apparates sicher wieder bei stationären Ärzten , und das ist ja besonders der Zahnarzt, sich seiner Beliebtheit wieder erfreuen wird, wie das schon seit Jahrzehnten in Amerika so ist.

Wie bei jeder anderen Narkose wird auch bei der N_2O — O_2 zuerst Hirn, Rückenmark und dann medulla oblongata gelähmt. Hierdurch unterscheiden wir auch wieder drei verschiedene Stadien, die Hankel wie folgt beschreibt:

„Zuerst hat man ein Gefühl von Wärme an den Lippen, und dann beginnt ein unbeschreibliches, aber nicht unangenehmes Starrwerden des ganzes Körpers, die Sinne werden benebelt, und es finden sich dieselben Erscheinungen wie bei Beginn der Chloroform-Narkose. Ohrenklingen und andere eigentümliche Gefühle, Druck und Schwere im Kopf werden oft beobachtet. Zuweilen

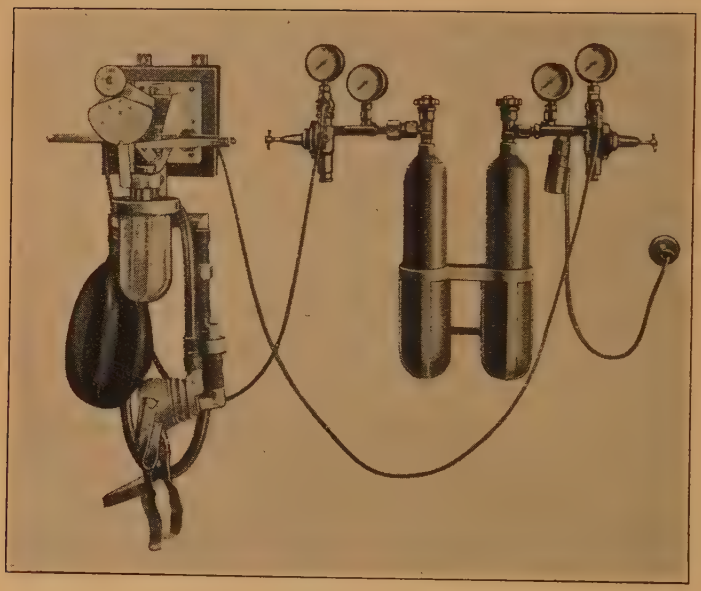


Bild 3

spricht der Patient dabei. Die Atmung ist zuerst schnell und oberflächlich, aber sehr bald tief und langsam. Der Puls ist ruhig und kräftig und gegen die Zeit vor der Operation unverändert; dieses Stadium dauert 10—15 Sekunden.

Nunmehr verwirren sich die Sinne. Der Patient wird unruhig und bewegt die Arme und Beine. Dieses Stadium der Exaltation ist gewöhnlich gering und kurz. Der Kranke träumt häufig, kann sich aber der Träume nicht erinnern, meist haben dieselben einen erotischen Charakter. Bei diesen erotischen Träumen pflegen die Patienten zu lachen und sich wohl zu fühlen. Die Atmung ist lebhafter und tiefer als sonst. Zuweilen wird sie etwas stertorös, ohne daß sie etwa beängstigend wäre. Der Puls ist ruhig, voll und ändert sich nicht. Die Pupillen erweitern sich während dieser Zeit. Sehr kräftige Personen bekommen ein dunkles livides Aussehen, die Schwächlichen zeigen diese Veränderung nur unbedeutend. Die Gesichtszüge sind oft etwas krampfhaft.

Den Eintritt des dritten Stadiums, der Toleranz, bemerkt man zuerst an der Atmung. Sie wird hörbar stertorös, was durch eine unregelmäßige krampfartige Erhebung des Larynx gegen die Epiglottis und die Basis der Zunge bedingt wird und einen Verschluß dieses Teiles der Luftwege anzeigt. Gleichzeitig mit diesen charakteristischen Geräuschen im Kehlkopf fällt der Rhythmus der Respiration, und es treten sehr kurz dauernde klonische Krämpfe der Muskeln, der Brust und des Leibes ein. Dies sind die Zeichen der tiefsten Anaesthesie, und nun muß dem Patienten Luftsauerstoff zugeführt werden. Die Pupillen sind dabei ad maximum erweitert, während der Puls meistenteils auch jetzt noch keine wesentliche Veränderung zeigt. Konjunctival- und Corneal-Reflexe sind dabei nicht immer erloschen, die Pupillen nur gegen Lichteinfall, die Konjunctiva aber nicht bei Berührung unempfindlich. Aus diesem Grunde vermeide man die Berührung der Konjunctiva zur Kontrolle der Narkose, da schon allein das Aussehen der Haut und Fingernägel (Cyanose) und die Atmung genügend Anhalt bieten. Wird jetzt die Maske entfernt, so erfolgt rasch das Wiedererwachen, welches leicht und ohne besondere Erscheinungen vor sich geht.

Da es sich aber eingebürgert hat, vor der Operation immer

eine Scopolamin-Morphium-Injektion zu geben, dauert das Erwachen doch etwas länger, und der Patient kommt meist erst im Bett wieder voll zum Bewußtsein. Die Nachwirkungen sind im Falle, daß kein Äther gegeben wurde, fast null, und der einmal mit N_2O narkotisierte Patient wird wohl immer diese Art bevorzugen.

Allerdings habe ich schon erwähnt, daß es häufig des Ätherzusatzes bedarf, um die Narkose zu vertiefen, und Cyanose zu vermeiden, womit dann die Nachwirkungen, die evtl. später auftreten können, auf das Konto des Äthers allein zu rechnen sind. So hat Schmidt in seiner Klinik in Eppendorf folgende Statistik zusammengestellt, die er aus einer großen Anzahl von Operationen gewann:

Kein Äther erforderlich:	20—35 %
½ — 20 ccm	26,5 %
21 — 50 ccm	20,5 %
über 50 ccm	9 %

Dabei mußte in 4 % zur Äthertropf-Narkose übergegangen werden, und in weiteren 4 % war gleichzeitig Lokalanaestesie gemacht worden. — Im allgemeinen spricht Schmidt für die Eignung zur Lachnarkose sich folgendermaßen aus, wenn er behauptet, daß „Frauen besser als Männer, magere Patienten besser als fette, Astheniker eher als Plethoriker und Emphysematiker, kachektisch und anämische eher als vollblütige Patienten; ältere Personen und Kinder besser als jüngere Personen; Extremitäten-Hals und Torax-Operationen besser als Laparotomien usw." geeignet wären. Jedoch hat diese Einteilung bei weitem keine allgemeine Gültigkeit, und es wäre vielleicht besser, eher von einer Lachgasbetäubung als von einer Lachgasnarkose zu sprechen, zumal aus obiger Statistik ersichtlich ist, daß kaum ein Viertel der Fälle ohne Ätherzusatz die erwünschte Narkosentiefe erreicht.

Überblicken wir jedoch rückschauend die bisherige Entwicklung der Lachgasnarkose, so findet man zweifellos Vorzüge, so vor allen Dingen ihre große Ungefährlichkeit, das rasche Eintreten der Narkose bei subjektiv angenehmer Art der Einatmung, das rasche Erwachen und die Geringfügigkeit bezw. das gänzliche Fehlen der Nachwirkungen. — Als Nachteile stehen diesen Vorzügen die

bereits erwähnte geringe Narkosentiefe und die Schwierigkeit der Technik, sowie die Kostspieligkeit der Apparatur gegenüber.

Doch das *reine* Lachgas sollte selbst für kurze Narkosen nicht verwendet werden, da es immer eine Asphyxie zur Folge hat, während die Lachgas-Sauerstoff-Narkose immer noch da anwendbar ist, wo andere Narkotika schwerstens contraindiziert sind. So behauptet v. Brunn, daß es in der Literatur nicht an Angaben fehle, welche zur Anwendung dieser Narkose selbst bei Nierenerkrankungen, Lungen- und Herzkrankheiten jeder Art, bei Septischen, Diabetikern, Alkoholikern, Fettsüchtigen usw. ermutigen. Ob diese Angaben nicht doch zum Teil übertrieben sind, wird ja immer erst ein evtl. Versuch bestätigen.

Das eigentlichste Anwendungsgebiet für die Lachnarkose bleibt eben immer noch dank der rasch eingetretenen Unempfindlichkeit und das ebenso rasch erfolgte Aufwachen der kurze operative Eingriff, und das wäre vor allen Dingen der zahnärztliche. Sollten es die Konstrukteure fertig bringen, die Apparate noch handlicher und weniger raumbeanspruchend herzustellen, so ist es sicher, daß sich diese Narkose auch bei den europäischen Zahnärzten einbürgern wird.

Nun haben im Jahre 1922 Gauß und Wieland das Verfahren einer anderen Gasnarkose mitgeteilt, und zwar der mit Acetylen C^2 H^2 (Fabrikname Narcylen). Das Acetylen hat dem Stickoxydul voraus, daß es schon in Gegenwart erheblicher Sauerstoffmengen narkotisch wirkt. Die Betäubung wird mit 80 % Narcylen und 20 % Sauerstoff eingeleitet, und bei tiefer Narkose wird die Narcylenmenge vermindert. Man benötigt ebenfalls hierzu einen komplizierten Apparat, der dem des Stickoxyduls nicht unähnlich ist. Bemerkenswert ist der hohe Blutdruck und die Gefäßerweiterung im peripheren Gefäßsystem. Allerdings kommt man bei Narcylen-Narkosen ohne jeden Ätherzusatz aus, was ihm den Vorzug vor Lachgas einräumen könnte, wenn nicht seine große Explosionsgefährlichkeit mit im Spiele wäre. Diese besteht nicht nur im Gase allein, sondern es können sich auch explosive Mischungen aus Fett und Gas im Röhrensystem des Apparates bilden. Somit ist also die Verwendung des Thermokauters nur unter besonderen Vorsichtsmaßregeln möglich, und trotzdem wurden schon mehrere Unglücksfälle, durch Explosionen verursacht, gemeldet

Hierdurch allein dürfte die Weiterentwicklung des Narcylens, dessen Wirkungsweise überhaupt noch nicht genug erforscht ist, gehemmt werden, und es für chirurgische Zwecke als ungeeignet zu verwerfen sein.

Des ferneren erprobte Luckhardt 1923 das Äthylen (C^2 H4), das im Leuchtgas vorhanden ist, zu Narkosezwecken. Doch auch es ist feuergefährlich und benötigt ebenfalls die Notwendigkeit eines eigenen Apparates.

Schon immer hatte man den Versuch gemacht, ein Narkotikum zu finden, das rectal gegeben, eine genügende Narkosentiefe gewährt. Die ersten Versuche in dieser Richtung wurden 1846 von Roux mit wässriger Ätherlösung vorgenommen. Doch stellten sich hierbei schwere Schädigungen der Darmschleimhaut ein. Auch alle weiteren Versuche schlugen fehl, bis es endlich Willstätter gelang, im Tribromätylalkohol CBr^3 CH^2 OH ein Anaesthetikum zu finden von welchem man sich noch große Vorteile verspricht. Es wird von der J. G. Farbenindustrie heute hergestellt und ist unter dem Namen Avertin bekannt. Dasselbe ist eine weiße, kristallinische, leicht sublimierende Substanz vom Schmelzpunkt 79—80 Grad, die bei 40 Grad zu 3½ % wasserlöslich ist. Die Resorption des Avertin geschieht durch die Darmschleimhaut, und zwar wird es früher als das Wasser aufgenommen. Infolgedessen sinkt der Avertingehalt des Einlaufs sehr. Die Ausscheidung geschieht durch die Nieren, indem es durch Bindung an Glukuronsäure entgiftet wird. Durch das Avertin wird das Herz und der Blutdruck kaum beeinflußt, doch wirkt es, wie alle Schlafmittel, antipyretisch. Auch eine Beeinflussung der Leberfunktion war bisher in keinem Falle festzustellen. Außerdem wirkt es stark desinfizierend, da Colibazillen und Staphylokokken innerhalb einer Minute abgetötet werden, was auf die Dickdarmflora eine starke Beeinflussung ausübt.

Was die Technik der Avertin-Narkose anbetrifft, so bekommt der Patient vorher ein Reinigungsklysma. Der Patient wird nun gewogen und erhält pro Kilogramm Körpergewicht 0,08—0,1 g Avertin in derjenigen Menge destillierten Wassers, die einer 3-prozentigen Lösung entspricht bei einer Temperatur von 35—40 Grad als Klysma 30 Minuten vor der Operation einverleibt. Hier liegt nun eine Gefährlichkeit des Avertins, da es sich nur bei

35—40 Grad löst. Läßt man auf der einen Seite die Einlaufflüssigkeit zu sehr abkühlen, so kristallisiert das Avertin wieder aus, die Lösung ist unbrauchbar. Andererseits entstehen durch Hinaufgehen mit der Lösungstemperatur über 45 Grad schwerste Schädigungen für den Patienten. Denn die Überhitzung spaltet vom Avertin Bromwasserstoff ab, es entsteht Dibromacetaldehyd, das bereits in kleinsten Mengen Darmwandschädigungen verursacht.

$$C\,Br_3\,CH_2\,OH - H\,Br = C\,H\,Br_2\,CHO$$

Als Kontrolle, ob die Lösung richtig ist, ist die Prüfung mit Kongorotlösung angegeben, wobei die orangerote Färbung dieser Probe für unzersetzte Flüssigkeit zeugt.

Der Patient schläft bald nach dem Einlauf ein und kommt schlafend in den Operationssaal. Das hat nun den Vorzug, daß der Patient von den ganzen Vorbereitungen nichts merkt und somit ein großer Teil des Operationsschreckens genommen ist. Dies Narkotikum könnte man geradezu als ideal bezeichnen, wenn es sich nicht gezeigt hätte, daß es mitunter zu schwersten Darmschädigungen (bis zur Nekrose) kommt, und man auch nicht immer die volle Narkosentiefe erhält. Dann ist es wieder notwendig, Äther zu geben (allerdings in kleineren Mengen als bei der Voll-Äthernarkose), was dann wiederum keinen Vorteil gegenüber anderen Narkotika bietet.

Im übrigen sind die Untersuchungen über Avertin noch keineswegs abgeschlossen, da es ja erst seit 3 Jahren verwendet wird. Auf den Chirurgen-Kongressen tobten schon heftige Wortgefechte über die Wertung von Avertin, da es sowohl begeisterte Anhänger als auch erbitterte Feinde gefunden hat. Wenn man bedenkt, wieviele Jahre verfließen mußten, um der Äthernarkose zu ihrem Rechte zu verhelfen, so könnte man vielleicht sagen, daß die Rectal-Narkose bei noch verfeinerterer und spezifischerer Technik nur noch die Narkose der Wahl sein wird und jedes andere Narkotikum in den Hintergrund verdrängen wird. Doch das wird die Zeit lehren, und man kann auch gefaßt sein, daß es dem Schicksal anderer Rectal-Narkotika verfällt.

Zum Schluß möchte ich nur noch erwähnen, daß durch die Erfindung der Lokalanaesthesie und der genialen Technik von C. L. Schleich (1892) dieselbe einen ungeahnten Aufschwung ge-

nommen hat und gegenüber der Allgemein-Narkose mehr und mehr an Terrain gewinnt, wobei allerdings die Grenzen beider Prinzipien unmerklich ineinander überfließen. Doch überall läßt sich die Lokalanaesthesie nicht anwenden, insbesondere bei entzündlichen Prozessen in der Gegend der Einstichstellen und bei überaus nervösen Patienten. Hier ist dann immer noch die Allgemein-Narkose am Platz und wird sich so leicht auch nicht verdrängen lassen.

Am Schlusse meiner Arbeit sei es mir gestattet, Herrn Professor *Dr. G. Blessing* für die Überlassung des Themas und Übernahme des Referats meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literatur-Angabe

1. *Antoine-Pfab,*
   Die Inhalations-Narkose

2. *Bert,*
   Le nitrous gaz protoxyde sous pression.
   Gazette medicale de Paris 1878 und 1879.

   Bert,
   Anéstésie par le protoxyde d'azote mélangé d'oxygène et employé sous pression.
   Comptes rendues 1879.

3. *Binz,*
   Der Äther gegen den Schmerz.

4. *Blessing,*
   Die Entwicklung der Lokal-Anaesthesie in der Zahnheilkunde.
   Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde, 1925, Heft 10.

5. *v. Brunn,*
   Die Allgemein-Narkose. Neue Deutsche Chirurgie, Band 5.

6. *Cohen,*
   Das Lachgas.

7. *Eichholz,*
   Über rectale Narkose mit Avertin. Deutsche medizinische Wochenschrift 1927, Nr. 17.

8. *Goltstein,*
Über die physiologischen Wirkungen des Stickoxyduls. Archiv für ges. Physiologie, Band 17.

9. *Gurlt,*
Geschichte der Chirurgie.

10. *Hankel,*
Handbuch der Inhalations-Anaesthetica.

11. *Hermann,*
Lehrbuch der experimentellen Toxikologie.

12. *Herrenknecht,*
Über Äthylchlorid und Äthylchlorid-Narkose.
3000 Äthylchlorid-Narkosen. Münch. med. Wochenschrift 1907.

13. *Homer,*
Odyssee.

14. *Hollemann,*
Lehrbuch der Chemie.

15. *Husemann,*
Die Schlafschwämme und andere Methoden der allgemeinen und örtlichen Anaesthesie im Mittelalter. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie 1896, Band 42.

16. *Jolyet und Blanche,*
Recherches experimentales sur l'action du gaz protoxyde d'azote. Comptes rendues 1873.

17. *Kappeler,*
Anaesthetica der Chirurgie, Lieferung 20.

18. *Klikowitsch,*
Stickoxydul und Versuch seiner Anwendung in der Therapie. Virchow's Archiv 1883.

19. *Lexer,*
Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie.

20. *Madelung,*
Über Mischnarkosen und kombinierte Narkosen. Archiv für exp. Path. und Pharm. 1910.

21. *Meyer,*
Konversations-Lexikon.

22. *Meyer,*
Zur Therapie der Alkohol-Narkose. Archiv für exp. Path. und Pharm. 1899.

23. *Meyer-Gottlieb,*
Lehrbuch der Pharmakologie.

24. *Misch,*
Lehrbuch der Grenzgebiete der Medizin und der Zahnheilkunde

25. *Müller,*
Pharmakologie.

26. *Nauwerk,*
Äthernarkose und Pneumonie. Deutsche medizinische Wochenschrift 1895 Nr. 8.

27. *Neu,*
Ein Verfahren zur Stickoxydul-Narkose. Münchener med. Wochenschrift 1910, Nr. 36.

28. *Overton,*
Studien über die Narkose, zugleich ein Beitrag zur allgemeinen Pharmakologie.

29. *Patruban,*
Narkose in der Chirurgie. Wiener allgemeine med. Zeitung 1866, Nr. 3.

30. *Poulson,*
Lehrbuch der Pharmakologie.

31. *Ritter,*
Die Beseitigung der Explosionsgefahr bei Narcylen. Münchener med. Wochenschrift 1928, Nr. 7.

32. *H. Schmidt,*
Zur Lachgasnarkose. Therapie der Gegenwart, April 1927.

33. *Schmiedeberg,*
Über die Pharmakologie in der Ilias und Odyssee. Schriften der naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Straßburg 1918.

34. *Schrauth,*
Das Lustgas und seine Verwendung in der Chirurgie. Deutsche Chirurgie, Band 87.

35. *Seitz,*
Die zahnärztliche Narkose.

36. *Stegemann,*
Avertin-Narkose bei chirurgischen Eingriffen. Medizinische Welt 1928, Nr. 49.

37. *Straßmann,*
Lachgas-Narkosen. Zentralblatt für Chirurgie 1928, Nr. 19.

38. *Traube,*

Osmose und Narkose. Zahnärztliche Rundschau 1915, Nr. 13.

39. *Wieland,*

Über die Wirkungen des Stickoxyduls und Narcylens. Archiv für exp. Path. und Pharm. 1922.

40. *Winterstein,*

Zur Theorie der Narkose. Zahnärztl. Rundschau 1916, Nr. 19.

41. *O. Witzel,*

Praktische Erwägungen über das Operieren unter Anwendung der Narkose.

42. *Zuntz,*

Über die Wirkungen des Stickoxyduls. Pflügers Archiv f. ges. Physiologie 1878.

Lebenslauf

Am 2. April 1906 wurde ich als Sohn des Fabrikanten Emil Althof und seiner Ehefrau Berta, geb. Wiesenthal zu Karlsruhe geboren. Mit 6 Jahren besuchte ich die Vorschule und anschließend (1915) das Humboldt-Realgymnasium in Karlsruhe. Ostern 1924 verließ ich diese Schule mit dem Zeugnis der Reife (Abiturium). Vom 1. Mai 1924 bis 31. März 1926 war ich in einer Karlsruher Eisengroßhandlung als kaufmännischer Lehrling tätig. — April 1926 wurde ich erstmals an der Universität Heidelberg immatrikuliert und verblieb dort 3 vorklinische Semester bis zur zahnärztlichen Vorprüfung, die ich im August 1927 bestand. Winter-Semester 1927/28 war ich in Berlin und Sommer-Semester 1928 in München an den dortigen Universitäten immatrikuliert. Die anschließenden Semester verbrachte ich wieder in Heidelberg bis zur zahnärztlichen Hauptprüfung, die ich im Herbst 1929 bestand.